LEZIONI
DI FISICA
ESPERIMENTALE.

LEZIONI
DI
FISICA ESPERIMENTALE
DELL' ABATE NOLLET

MEMBRO DELL' ACCADEMIA REALE
DELLE SCIENZE,

DELLA REAL SOCIETA' DI LONDRA
DELL' INSTITUTO DI BOLOGNA,

MAESTRO DI FISICA DEL DELFINO,

E Regio Professore nel Collegio di Navarra

TRADOTTE DALLA LINGUA FRANCESE

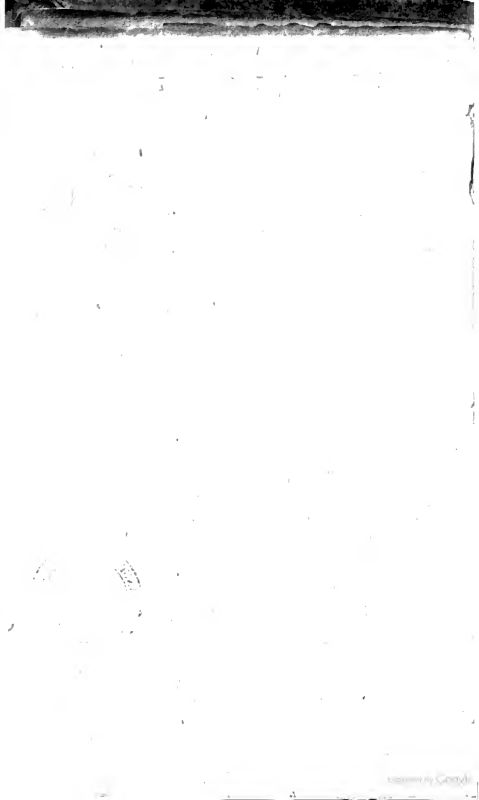
Sopra l'Edizione di Parigi dell'Anno MDCCLIX.

TOMO TERZO.

IN VENEZIA

MDCCLXII.

Per GIAMBATISTA PASQUALI.

CON LICENZA DE' SUPERIORI, E PRIVILEGIO.

LEZIONI DI FISICA SPERIMENTALE

LEZIONE IX.

Sopra la Meccanica.

DOpo d'avere insegnato, nelle precedenti Lezioni, le proprietà e le leggi del Moto, sì per li corpi solidi come de' Fluidi, ci rimane in questa da ragionare de' mezzi, co' quali si può più comodamente, o con maggiore vantaggio esso moto impiegare. Questi mezzi sono le *macchine*, vale a dire, certi corpi, o masse composte d' un lavoro, e d'una costruzione più o meno semplice, che trasmettono l' azione d' una potenza sopra una resistenza, e che la fanno crescere, o scemare, variando le velocità.

La scienza che tratta delle macchine, si chiama *meccanica*; e suppone una cognizione bastevole delle Matematiche e della Fisica: imperocchè un Meccanico dee non solamente stimare, e misurare delle forze contrarie, relativamente alle loro posizioni respettive, ma conviene in oltre, ch'egli sappia distinguere, qual sia la natura di queste forze, quel che vi si possa framischiare, d' estraneo, per la qualità delle materie che mettonsi in opera, per la circostanza del luogo, del tempo ec. Colui, il quale non possedesse, se non la parte fisica, potrebbe fare delle macchine durevoli, e ben assortite, quan-

quanto all' unione de' pezzi, e quanto alla lor maniera di muoversi: ma correrebbe risico d'ingannarsi sovente nelle proporzioni; e gli effetti riuscirebbono di raro tali, quai da lui s' aspettarono. Quegli poi che avesse solo cognizioni puramente matematiche, e che non considerasse, se non linee e punti nelle quantità, delle quali volesse far uso, troverebbe senza dubbio molta diminuzione, e svarianza, dopo l' esecuzione. Finalmente colui che non fosse nè Geometra, nè Fisico, lavorarebbe assolutamente da cieco, e non potrebbe lusingarsi di riuscire, fuorchè per puro accidente; e ciò bene spesso, dopo molt tentativi inutili, faticosi, e quasi sempre di non lieve spesa. Quest'è una verità, provatai già da lungo tempo con l'esperienze, e che dovrebbe correggere molte persone, l'opera delle quali è infruttuosa. Ma siccome l'amor proprio, e la voglia d'essere Autore, fan che si stampino parecchie cattive Opere, ad onta della critica; così gli stessi motivi a un dipresso, e talor anche l'esca del guadagno, spingono a fare la spesa di un gran numero d'invenzioni, le quali non vedrebbono mai la luce, se coloro che se le immaginano, ne sapessero quanto basta per giudicarne.

Le cattive e imperfette macchine vengon fuori più frequentemente che le buone; e ciò discredita alquanto la Meccanica appresso di molti, i quali ingiustamente confondono il Macchinista col vero Meccanico: ma si deporrà facilmente quest' idea, quando si rifletterà, che uomini dotti, del prim' ordine, sì antichi, come moderni, tra' quali un Archita, un Aristotile,

un

un Archimede ec. un Mariotte, un Amontons, un de la Hire, un Varignon, e molt'altri si sono di proposito applicati alla scienza delle Macchine utili, e si son resi commendabili e famosi, per lo progresso che vi han fatto. Le scoperte di tal genere fanno non men d'onore, e meritano eguale applauso, che quelle di qualunque altra spezie: L'oggetto di questa scienza non è egli infatti utilissimo in se stesso, e non ne ricava forse la Società considerabilissimi vantaggi? Quel che sperar ne possiamo, arguiscasi da'bei trovati, de'quali godiamo, e ci approfittiamo attualmente: i molini, che ci preparano la farina, le gualchiere che si sodano i nostri panni lani, ed altri simili ordigni co'quai s'estrae l'olio da'vegetabili: le varie trombe, che sollevano l'acqua per gli usi nostri, e per la decorazione de'nostri giardini, le vetture con che risparmiasi tanta fatica, e rendonsi così facili e comodi i trasporti; le carrucole o girelle, l'altalene, i torni, gli strettoj, gli argani ec. la cui applicazione è così utile, e così frequente nell'architettura, e nella Navigazione: i ponti levatoj, e tant'altri mezzi, usati nella difesa delle Piazze, che altro sono, se non macchine di palese e sensibile utilità, e, secondo le circostanze, d'una eziandio indispensabile necessità? Deesi per certo saper grado a coloro che non isdegnano di vincere l'attrattive lusinghiere della sublime Geometria, e volentieri ne intermettono lo studio, per avere il tempo d'applicare i di lei principj a ricerche di simil natura; le quali sono bensì meno risplendenti e speziose che non è la soluzione de'

gran problemi ; ma non pertanto a me pajono nulla men pregevoli , perchè più direttamente tendono al bene della Società, ed hanno per ordinario usi ed applicazioni più prontamente , e talora più generalmente utili .

Due sorte di macchine si distinguono comunemente ; quelle che sono *semplici* , e quelle che sono *composte* : le prime sono come gli elementi delle altre ; ed esse appunto saranno principalmente il soggetto della presente Lezione ; imperocchè la moltiplicazione , e l' adunamento delle macchine semplici in un medesimo tutto , non porta alcun cambiamento essenziale nelle lor proprietà ; e noi non dobbiamo quì porci a noverare con accurata pienezza tutte le macchine composte , che sono state date in luce , per mostrare tutte le applicazioni fattevi delle semplici . Ci contenteremo d' indicar quelle , che sono più in uso , la costruzione delle quali potrà intendersi più facilmente , e che non averanno bisogno di quelle lunghe , e minute descrizioni , che aver non ponno luogo in quest' Opera .

Il numero delle macchine semplici varia , secondo la maniera di stimare o calcolare la loro semplicità , alcuni considerando come semplice , quel che altri tengono , o considerano come già composto ; e però la cosa è arbitraria , nè di grande importanza : quanto a me , senza disapprovare le opinioni , dalla mia in questo conto diverse , pongo tre sole sorte di macchine semplici ; e sono , la *Leva* , il *Piano inclinato* , e le *Corde* . Ma prima d' entrare a ragionar di ciascuna , gioverà presuporre e stabilire alcune ge-

generali nozioni che renderanno più capibile la nostra teoria; e sciegliere innanzi tempo alcune difficoltà, le quali potrebbono nascere nel corso delle nostre Spiegazioni.

In una Macchina, vi ha quattro cose principali da considerare; la potenza, la resistenza, il fulcimento, o punto d'appoggio, o sia il centro del moto, e la velocità con la quale si fa muovere la potenza e la resistenza.

Quando la porenza che impiegasi in una Macchina, è lo sforzo d'un animale, dobbiamo stimarla relativamente alla natura, ed alla durata della fatica. Imperocchè quantunque un cavallo possa vincere per un assai corto tempo una forza di 500. ovver 600. lire; ed un uomo sostenga per alcuni instanti un peso di 100 o 150. lire; quando però trattasi di lavorare e faticare seguitamente, non si debbe far capitale se non d'uno sforzo, il quale non ecceda 25. o 30. lire, se parliam dell'uomo, e stia nella misura appesso poco di 180. se del cavallo, e in oltre convien che operino con libertà, e che non vengano sforzati, o per la disposizione della macchina a cui l'applichiamo, o per la situazione del terreno, o d'altra guisa.

Se la potenza è un peso o una molla, può accadere, ch'ella non sia d'un valore costante: imperocchè 1. a misura che una molla, o un ingegno lavora, o si dispiega, il suo sforzo si diminuisce; e se la macchina non è fatta in un modo, che supplisca a questa diminuzione, gli sforzi non ponn'essere così grandi sul fine, come sul principio. 2. Abbiam

fatto vedere parlando delle Gravità, che l'accelerazione aumenta la forza de' corpi, che caggiono liberamente, cioè con velocità sensibilissima; laonde in tutti i casi, dove il moto è impresso dall'urto od impulso d'un corpo che discende, la macchina tanto più ne riceve, quanto da più alto il motore discende.

La *resistenza* è un' altra forza, o la somma di molti ostacoli, che s' oppongono al moto della macchina, cui la potenza avviva e fa movere; tal è un masso di pietra o marmo, che col suo peso resiste all' azione degli uomini, i quali fanno sforzo per tirarlo, o per trasportarlo, col mezzo d'una taglia, d'un arganello, di manovelle, ec.

La resistenza non è sempre una quantità costante, come un peso che si vuol trascinare o portar via; talor s' hanno da tender molle, da divider corpi, da sostener de' fluidi, ed in simiglianti casi la potenza ha più o meno da fare sul principio della sua azione, che sul fine. Per non restare a secco, debbesi proporzionar la macchina in guisa, che la resistenza per grande il più ch' esser possa, trovisi tuttavia inferiore alla forza motrice. Così, quando trattasi, per esempio, di far salire l'acqua col mezzo d' una tromba, si deve considerare il tubo ascendente, come sempre pieno, quantunque in verità nol sia, se non dopo un certo numero di sospinte dell' animella, duranti le quali la forza motrice è più che sufficiente.

Chiamasi *punto d' appoggio*, *Centro di moto*, o *Hypomochlion* (quasi sotto stanga) quella parte d' una macchina, attorno della quale le al-

tre si muovono ; in una bilancia , egli è quell' interstizio o punto della cassa , sul quale riposa l'asse del fusto ; in una ruota di carrozza , è l' estremità di quel raggio , che attualmente tocca il terreno, quando ella rotola: è l'arpione d'un uscio, l'asse d'una carrucola ec.

Il centro del moto non è sempre un solo punto fisso ; ma in molte occasioni è una serie o fila di punti che forman' una linea ; tal è l'asse d' una sfera ; tali sono le cerniere, i gangheri e tutto quello che ne fa l'ufizio.

Il punto d' appoggio , spesse volte è sol fisso relativamente alla rivoluzione , della quale egli è il centro: può per altro essere mobile ; tal è , esempigrazia, l' asse d' una carretta , che viene trasportato in una direzione parallela al terreno, mentre egli è il centro del moto delle ruote ; qualche volta ancora cotesto punto d'appoggio è l' azion d' un corpo animato che ne fa le veci : come quando due uomini portano insieme qualche peso , sopra un bastone , del quale ciascuno sostiene un capo ; l' un de' due indifferentemente può essere considerato come potenza, o come un punto d' appoggio .

Le velocità si misurano dagli spazj , che la potenza e la resistenza percorrono , o che percorrerebbono attesa la disposizione della macchina , se l' una trasportasse l' altra . Un uomo , per esempio , che tira un peso col mezzo d' un arganello, descrive , camminando , la circonferenza d'un circolo ; e nel mentre ch'ei tal cammino percorre, il peso s'avvicina una certa quantità ; sono per appunto questi spazj quinci e quindi percorsi , che determinano le velocità relati-

ve, impetochè il tempo è eguale per l'un e per l'altro. Nella ſteſsa guiſa, quando i due bacini d'una bilancia ſono in ripoſo per cagion d'equilibrio, le lor velocità ſi conoſcono dalla ſtrada che ſarebbono nel medeſimo tempo, aſcendendo l'uno e diſcendendo l'altro, ſe aveſse luogo il moto.

La gravità è una forza, che ſpeſso impiegaſi in Meccanica come potenza o come reſiſtenza: quantunque ella appartenga egualmente a tutte le parti di materia rinchiuſe ſotto un medeſimo volume: noi per attenerci al più ſemplice, la conſidereremo come poſta in un ſolo punto, cui chiameremo *Centro di Gravità*.

Queſto centro di gravità non è ſempre il centro della figura; ma è un punto, da cui eſſendo un corpo ſoſpeſo, tutte l'altre ſue parti reſtano in quiete, e col quale ſi muovon tutte, quand' egli ceſſa d'eſsere appoggiato. Di qui è facile comprendere, che queſto punto non ſi trova giuſto nel mezzo, ſe non ne i corpi perfettamente omogenei, e che hanno una figura regolare. In una palla rotondiſſima, eſempigrazia, uniformemente denſa, è chiaro che tutti i raggi, o ſemidiametri ſono eguali, e del medeſimo peſo; eguali a cagione della figura perfettamente sferica; dello ſteſſo peſo, a cagione dell'omogeneità delle parti: tutto è dunque in equilibrio attorno d'un punto, che è centro e di gravità a un tratto, e di figura. Non è già così d'una freccia, la cui eſtremità è ferrata, o d'una penna da ſcrivere; ſe la ſua lunghezza ſi divide in due parti eguali, l'una troveraſſi più peſante che l'altra, e la ſezione non ſarà paſſata per lo centro

tro del suo peso, quantunque siesi fatta nel centro della sua figura.

Nella stessa maniera che si concepisce tutto il peso d'un corpo, riunito in un solo punto, considerasi parimente, in uno spazio infinitamente piccolo, la gravità di più corpi che ad una medesima azione col loro peso concorrono. Quando molte masse pesano sopra una medesima corda per mezzo di fila, che ve le appendono, si può considerare il nodo o gruppo comune di queste fila, come il centro delle gravità di particolari. A, B, *Fig.* 1. essendo dunque i centri di gravità dei due corpi sospesi, le azioni loro si riuniscono in C od in qualunque altro punto che vorrassi trascegliere nella linea *c* D, purchè il peso A sia eguale al peso B; imperocchè se una delle due palle fosse di legno, e l'altra di pietra, il centro della più pesante s'avvicinerebbe d'avantaggio alla linea *c* D, e la linea *ab* sarebbe spartita per la direzione *b* D in due parti ineguali, la più lunga delle quali starebbe alla più corta, come il peso più grande al più piccolo.

Qualunque possa essere il numero di cotesti corpi pesanti, datochè si conosca il centro di gravità di essi, facilmente si determina il luogo, ove riunisconsi le loro forze, perchè son note le distanze; ma ciò s'intenderà meglio, quando averemo spiegata la teoria della Leva.

Il peso ha una intensione differente, quando i corpi sono più o meno lontani dal centro della Terra a cui tendono; ma nel decorso di questa Lezione, noi non farem caso di questa differenza, perchè ella non è mai sensibile nell'estensio-

fione, che può aver una macchina ; perciò fupporremo che un pefo , la cui caduta non è accelerata, efercita fempre la fteffa forza o la fteffa preffione in tutta la fua direzione. Una fecchia piena d'acqua che pefa 100. lire fu la carruccola o girella del pozzo, quand'ell'è in alto, ftimafi dunque che pefi egualmente, quand'è 50. e 60. piedi più baffa (aftraendo dal pefo della corda ;) e colui che fuona una campana, fa fempre il medefimo sforzo, fia che la corda abbia molta, o poca lunghezza.

Noi terremo altresì come parallele le direzioni di due pefi diftanti l'un dell'altro, quantunque in rigore fieno un poco inclinate fra effe, poichè tutti i corpi gravi tendono ad un medefimo punto ch'è il centro della terra : ma ne fiam tanto lontani, che non abbiam da temere alcun sbaglio, o falfo computo, nel trafcurare cotale inclinazione.

Per rimovere tutto quello che in qualche maniera è ftraniero al noftro oggetto prefente, in tutta quefta Lezione aftraeremo da' sfregamenti e dalla refiftenza de' mezzi, che fon tuttavolta oftacoli, de' quai deefi tener conto nella pratica, ed i quali, allorchè fi trafcurano, o che non fi ftimano fecondo il lor giufto valore, cagionano errori confiderabili ne' calcoli che fi fanno ful prodotto delle macchine, come l'abbiam dimoftrato nella terza Lezione, fpiegando la prima Legge nel moto.

PRI-

PRIMA SEZIONE.

Della Leva

UNA Leva considerata matematicamente, non è altro che una linea retta senza gravità, che regola le distanze e le posizioni della potenza, della resistenza, e del fulcimento, o punto d'appoggio. Se nella pratica questa linea divien pesante e curva, il suo peso deve considerarsi, come parte della potenza o della resistenza; e la sua curvatura può sempre ridursi alla distanza, ch'ella mette tra quelle due forze, avuto riguardo alle loro direzioni, ovver tra l'una di esse e il punto d'appoggio: così EFG, Fig. 2. equivale a *eg*; e se le due parti EF. FG, sono di ferro, o di qualch'altra materia sensibilmente pesante, ciascuna fa parte della massa E, o G, cui regge e sostiene.

Distinguonsi ordinariamente tre generi di leve per tre differenti posizioni, che si possono dare alla potenza, alla resistenza, ed al centro del moto o punto d'appoggio. Potrebbesi, seguitando l'esempio d'Autori celebri, (*Traitè de Mechanique de M. de la Hire.*) avere in conto d'altre due potenze, quel ch'io ho nominato resistenza e punto d'appoggio; ed allora la distinzione delle Leve in tre generi non avrebbe luogo, ma emmi più paruto comodo ed utile, seguitare il metodo più usitato in una Lezione, la quale non è un trattato di Meccanica, ma piuttosto un esposizione semplice de' principj di questa scienza. Per rappresentar dunque le tre sorte di leve, additerò la potenza o forza motrice

col

col mezzo d'una mano A, la resistenza col mezzo d'un peso B, ed il punto d'appoggio, con un perno C (*Fig.* 3. 4. 5. 6.)

Le leve del primo genere sono quelle, nelle quali il punto d'appoggio è tra la potenza e la resistenza. *Fig.* 3.

Quelle del secondo genere hanno la resistenza tra il punto d'appoggio e la potenza. *Fig.* 4.

In quelle del terzo genere, la potenza è collocata tra il punto d'appoggio e la resistenza. *Fig.* 5.

Le spezie di ciascun genere si distinguono per la distanza che vi è dalla potenza al punto d'appoggio, relativamente e per comparazione a quella che vi è tra questo medesimo punto e la resistenza. Se per esempio, il perno, in luogo d'essere in C, fosse in *c*, *Fig.* 3. sarebbe sempre una leva del primo genere, ma la spezie sarebbe differente; laonde per esprimersi con accuratezza sopra qualunque leva si dirà. „ Ell'è del tale o tal genere, e le distanze delle forze resistenti motrici dal punto d'appoggio, sono tra esse nella relazione di 2 a 3, o a 4, o a 5, ec. „

La distanza di queste due forze dal punto d'appoggio, determina la strada che elleno hanno da fare, e per conseguenza le lor velocità, imperocchè non potendo l'una moversi senza l'altra, è evidente che la potenza A *Fig.* 6. non adoprerà maggior tempo in percorrere l'arco A*a*, di quel che ne consumerà la resistenza per terminare il suo B*b*. Quando i tempi sono eguali, le velocità debbono paragonarsi per mezzo degli spazj corsi o da correre, (*Tom.* 1. *pag.* 170.

170. & *seq.*) come abbiamo insegnato parlando delle proprietà del moto. Essendo per tanto che gli archi A *a*, e B *b*, seguon fra loro la relazione o l'ordine mutuo de' loro raggi A C, e B C, è certo che conoscendo queste due ultime distanze, si sà la velocità della potenza, e quella della resistenza. Dal che segue:

1. Che un peso operante come potenza o come resistenza, col mezzo d' una leva collocata orizontalmente, ha tanto maggior forza, quanto è più lontano dal punto d' appoggio.

2. Che due masse uguali opposte l' una all'altra sopra una simile Leva, non possono essere in equilibrio, se non quando sono ad eguali distanze dal punto d' appoggio, e operano per versi contrarj.

3. Che due pesi ineguali esercitano ivi l' un contro l' altro forze eguali, quando le loro distanze dal punto d' appoggio sono reciprocamente come le masse.

Queste tre proposizioni si renderanno più ovvie e sensibili, col mezzo delle esperienze.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura* 7. rappresenta un piano verticale elevato sopra una base, e traforato con una scanalatura H I; il pezzo K è una spezie di cassa che può collocare in differenti luoghi della scanalatura col mezzo d' un manico a vite, che l' attraversa, e che per di dietro si ferma con una madrevite. L M è un piccolo rottolo o incastro di metallo, che si muove sopra due perni nella cassa, ed in cui si fa scorrere la leva N O, per fer-

fermarla a quel sito della sua lunghezza che più si vuole: così il punto fisso cambia luogo, non solamente sul piano, ma anche sopra la leva; le estremità di questa leva sono forate, per poter ricevere pesi, che portino ciascheduno una piccola fibbia o catenella di sotto, onde poter riceverne degli altri. P è una massa, che s'infilza nella Leva, e che vi si ferma nel sito ch'è approposito per metter essa leva in equilibrio con se medesima nel caso ove il punto d'appoggio non sta nel mezzo della di lei lunghezza. Q è una carrucola mobilissima sopra il suo asse, che collocasi a forchetta, ed a quella distanza che più si vuole sulla sommità del piano verticale, questa carrucola vien'abbracciata da una cordicella, che da un capo porta un peso, e dall'altro un uncino per sostenere la leva, nel caso ove il punto fisso trovisi situato ad una delle due estremità.

Con questa macchina così preparata, si può mettere in prova le leve d'ogni genere, e d'ogni specie, variare la potenza e la resistenza, non solamente quanto alle loro distanze dal punto d'oppoggio, ma ancora quanto alle loro masse, e quantitadi assolute; e col mezzo del contrappeso P, G, la leva può sempre rassomigliare ad una linea Matematica, inflessibile e senza peso.

Supposti dunque tai mezzi, noi ci asterremo dal farli comparir di nuovo nelle nostre figure, e rappresentaremo ciascuna esperienza con linee, affine di rimovere dalle nostre Spiegazioni tutto quello che è straniero, e di non occupare l'attenzione del Lettore se non con l'oggetto di cui si tratterà.

Aven-

Avendo disposta per tanto la leva in tal maniera che il suo punto fisso trovisi tra due pesi come è rappresentato dalla Fig. *e*. si osserverà quello che segue.

Effetti.

1. Se il punto fisso è in *a*, cioè, se spartisce la leva in due braccia eguali, una potenza d' una lira sostiene una resistenza d' egual peso.

2. Se il punto fisso è in *b*, il braccio della potenza è due volte altrettanto lungo che quello della resistenza, una lira in P sostiene due lire in R.

3. Se il punto fisso è in *c*, tre volte più lontano è *c* da *p*, che lo sia *c* da *r*; la medesima lira impiegata in P ne sostiene tre, poste in R.

II. ESPERIENZA.

Preparazione.

Convien disporre la macchina che nella (Fig. 7.) abbiamo descritta, in guisa tale che il punto fisso si trovi ad una delle estremità della leva, e che l' annello nel quale passa la leva sostenuta dalla potenza P, possa collocarsi primieramente nel punto 2, e appresso nel punto 1. *Vedi la Fig. 9.*

Effetti.

Nel primo caso, R pesando una lira, fa equilibrio con P, il cui peso è una lira $\frac{1}{2}$.

Nel secondo caso, per ottener l' equilibrio, bisogna mettere i due pesi nella proporzione di 3. ad 1, ciò che la massa P, lontana dal punto d' appoggio sol d' uno spazio, pesi 3 lire, mentre l' altra R ch' è nella terza distanza ne pesa sol una.

Que-

Questa Leva che è del terzo genere, rappresenta ancor quella del secondo, se si considera come resistenza ciò che noi abbiam considerato come potenza.

SPIEGAZIONI.

I principj da me già posti di sopra, lascian poco da dire, per spiegar i fatti riferiti in queste due prime esperienze. L' azione o la forza d' un corpo si misura dalla quantità del moto ch' egli ha, o ch' egli avrebbe, se non venisse rattenuto; ora la quantità del moto risulta dalla massa moltiplicata per la velocità. Sopra una medesima leva la potenza e la resistenza non possono muoversi, che nel tempo istesso, le loro velocità, cioè quelle ch' elleno hanno, o ch' elleno avrebbono, se avesse luogo il moto, non possono dunque variare se non per gli spazj. Se vi è equilibrio tra 1. lira e 1. lira, sopra una leva orizontale spartita in due braccia eguali dal punto d' appoggio, come si è veduto nel primo effetto della prima esperienza, ciò avviene perchè la leva non si può muovere, senza che i due pesi percorrano archi eguali nel medesimo tempo; ovvero (ch' è la stessa cosa) senza che abbiano la medesima velocità: egualità di velocitadi, ed egualità di masse quinci e quindi, producono sforzi eguali, che si distruggono reciprocamente, perchè si fanno per versi contrarj, il che chiamasi equilibrio.

Nel secondo effetto, si vede una lira, che ne sostien due, perchè ella è talmente collocata, che avrebbe due volte più di velocità, che il peso opposto; 1. di massa moltiplicato per 2. di velocità, equivale a 1. di velocità moltiplicato

per

per 2. di massa. E' facile applicare questo calcolo agli altri effetti.

COROLLARIO.

Poichè una potenza applicata ad una leva cresce sempre, a misura che si allontana dal punto d'appoggio, come s'è potuto vedere dalle sperienze precedenti; se ne dee trarre questa conseguenze, che una picciolissima forza, col mezzo d'una leva lunga abbastanza, può far equilibrio, o vincere un'altra forza infinitamente più grande. Archimede avea dunque ragione di dire, ch' egli trasporterebbe la terra intiera, se avesse un punto fisso che da lei separato fosse: imperocchè ponendo sopra cotest'appoggio una leva, il braccio della quale dal lato della potenza superasse in lunghezza quello a cui egli attaccato avrebbe il terrestre globo, d'altrettanto o più di quel che il peso d'esso globo fora superiore alla forza d'un uomo, è evidente da' sopra stabiliti principj, ch' egli avrebbe ottenuta la sua promessa, mercè d'una dimostrazione, indubitatamente: imperocchè niente vale il dire che la leva di cui converrebbe servirsi in una tale operazione esser non può se non un ente di ragione, nè più nè meno che il punto fisso, che da lui si dimandava.

APPLICAZIONI.

Le Leve sono d'un uso così ordinario, non sol nelle Arti, ma eziandio nella vita civile, e nel meccanismo della natura, che quasi per tutto s'incontrano, ogni poco che vi si badi.

Noi ci ristrigneremo in alcuni esempj, affin di non entrare in un troppo lungo e superfluo divisamento.

I Legnaiuoli, i Muratori, ed altri Operai, che hanno da smovere, ed impiegare ne' lor lavori grossi pezzi di legno, grandi pietre, spessissimo si valgono d'una stanga di ferro ritondata in quasi tutta la sua lunghezza, un poco ripiegata, e schiacciata da un capo. Quest'istrumento, che chiamano d'ordinario, *piè di capra*, perchè n'ha la forma, s'adopera principalmente in due maniere. Qualche volta, dopo d'aver ingaggiata l'estremità curva d'esso palo di ferro, la qual nomasi la *morsa*, tra il pezzo che si vuol muovere, ed il terreno sul quale riposa, si fa portare il gombito A, Fig. 10. sopra qualche corpo duro; ed allora facendo forza su l'altra estremità della stanga C, sollevasi il peso, non gran cosa per verità, ma quanto basta per dar adito a far passare di sotto una corda, un rotolo, od una manovella, ec. lo che per lo più è sufficiente. Altre fiate pure si caccia un po' più addentro la morsa sotto il pezzo che vuolsi smovere, e sollevando la sprangà, si fa sforzo contro la parte C che riposa di sopra. Fig. 11.

Il piè di capra, come ognun vede, non è altro che una leva del primo genere, nell'uso da noi prima descritto: imperocchè il punto A, ch'è appoggio, trovasi collocato tra la potenza e la resistenza. Nell'altro uso, ell'è del secondo genere, poichè la resistenza si fa nel punto C, tra la potenza, ed il capo o vertice della morsa, ch'è appoggiato per terra.

Essendo che quest'istrumento s'impiega per ordinario per sollevare gran pesi, il sito dov'è la piegatura od il gombito della spranga, il qual serve di punto d'appoggio, e riceve lo sforzo

del-

della resistenza, è sempre molto lontano dall' estremità, che tiensi colle mani; perciò la potenza sempre molto più lontana dal punto d' appoggio, che la resistenza, ha sopra di essa un vantaggio considerabile per tale posizione.

I remi de' barcajuoli sono leve del secondo genere, delle quali s' appoggia contro l' acqua un capo, mentre la potenza applicata all' altro capo opposto porta il suo conato su quel luogo del battello, a cui il remo s' attiene; questo luogo divide la lunghezza del remo in due parti, una delle quali colpisce l' acqua, mentre l' altra è messa in moto dal braccio del barcajuolo; sarebbe senza dubbio di molta utilità, che l' una e l' altra fossero assai lunghe; la prima, perchè corrisponderebbe a un volume più grande d' acqua, ed il punto d' appoggio ne diventerebbe più fisso; la seconda, perchè così metterebbe una grande distanza tra la potenza ed il punto d' appoggio: ma non mancano tampoco ragioni, le quali obbligano ad accorciare e limitare questa lunghezza da una parte e dall' altra secondo le circostanze.

Non si può allungare i remi dalla parte della potenza, senza ad un tratto esigere da essa un moto più grande; quello d' un uomo ha certi limiti, oltre i quali egli lavora con troppo stento: ciò si può arguire dal remar de' galeotti, allorchè sono quattro o cinque posti al remo medesimo; quelli che sono nell' estremità, quantunque i più robusti, possono appena reggere per pochi anni a questo violento esercizio. Ne' piccoli navigli, dove un sol uomo fa lavorar due remi, questa medesima lunghezza è ancor limi-

tata dalla poca distanza che vi è da un fianco del naviglio all' altro ; imperocchè il rematore che sta assiso nel mezzo di cotesto spazio ; è la potenza comune all'uno e all'altro remo.

I remi, che sono molt' allungati dalla parte dell'acqua, esigono una navigazione assai libera; non se ne può far uso ne' piccoli fiumi, nè tampoco in quelli che hanno molte curvature o sinuosità, che sono pieni di scogli, o d'isolette, siccome nemmeno in que' porti che sono frequentatissimi e pieni, a cagione degl' intoppi che ivi si trovano: per queste ragioni senza dubbio i remi variano e nelle forme e nelle dimensioni, secondo le circostanze de' luoghi, e le differenti maniere di servirsene.

Il coltello del Fornajo è altresì una leva del secondo genere, allorchè fermato da un capo sopra una tavola, e girando attorno d'un punto fisso, vien portato dalla mano che tiene il manico, contro una pasta od un pane, ch' egli intacca e divide.

L'altalena è una leva del primo genere, che non si pena a conoscere, quando un si figura un lungo pezzo di legno, appoggiato su la sua metà, ed a' capi di esso caricato di due persone l'una delle quali è traportata dall' altra, quando toccando il terreno col piede o in altra guisa, solleva e alleggerisce d'una parte del suo peso il braccio della leva, dov' ella è.

Le cesoie, le morse, le tanaglie, non sono nè pur esse altro, che leve adunate od assembrate per paja o a coppia; lo sforzo della mano o delle dita che guidano le due branche o ma-

manichi, debb' essere considerato come la potenza; il chiodo, o quel che ne fa le veci, è un punto fisso comune a tutt' e due; quel che si taglia, o che si strigne, diventa la resistenza.

Di tali strumenti, quelli che sono destinati a fare grandi sforzi, come l'enormi cesoie de' Calderai, o de' Fabbri, e d'altri, che taglian metalli, hanno le branche, od i manichi molto lunghi, a comparazione delle parti taglienti, o sia delle lame: a questo modo, la potenza adoprando con un braccio di leva lunghissimo, è capace di vincere una resistenza ben grande. Per la ragion del contrario, nelle molette da fuocolare, che non hanno da far altro sforzo, che trasportare alcuni carboni, questa resistenza leggiera si fa nelle estremità dei due lunghi rami, o branchi, che sono leve del terzo genere; il luogo, dove si uniscono con una cerniera, o ganghero, e talvolta con una debolissima molla, o forza elastica, debbe considerarsi come il punto d'appoggio; e la mano che le regge e le mette in opera, è la potenza.

Le cesoje delle quali si fa uso nel travagliate hanno i manichi lunghi, e le lame corte; non è però, che si abbia bisogno di una gran forza per tagliare della sottil carta: ma però che nel frastagliamento si hanno spesso delle piccole parti da riserbare, bisogna che si possa a tempo ed opportunamente fermare le cesoje; il che si può fare agevolmente, quando il moto delle dita che muove i manichi, ha molto più di ampiezza che quel delle lame.

Finalmente le braccia, le dita, le gambe degli animali sono pur leve, o adunamenti di le-

ve moltiplici, onde la forza de' mufcoli viene impiegata nel modo più convenevole e più vantaggiofo, sì per trafportare il corpo, sì per avvicinargli tutto quello che gli è neceffario od utile, come anco per rimover da lui tutto quello che gli farebbe nocevole. Un autore (*Borelli de Motu Animalium.*) celebre ha moftrato con efatta e particolare diftinzione, in un'opera a ciò deftinata, tutto il più offervabile ed importante, che fpicca in queft'ammirabile meccanifmo; coloro, che amano le ricerche anatomiche, vi troveranno affai cofe lor confacenti, e curiofe.

Nelle due prime Efperienze, effendo la leva foftenuta orizontalmente, noi abbiamo impiegato per potenza e per refiftenza de' corpi pefanti, gli sforzi de' quali fi efercitano con direzioni verticali, vale a dire ch'eglino fanno angoli retti con la lunghezza della leva, nel momento che quefte forze cominciano a operare. Ma può accadere, e accade fpeffiffimo, o per la fituazione della leva, o per la natura delle potenze che fi adoperano, che i loro sforzi faccianfi obliquamente; e però che in generale ogni forza che opera obliquamente, ha men d'effetto che quella, la cui azione è diretta, importa molto conofcere quel che afpettar fi debbe da tale obliquità nell'ufo delle leve.

Quando le direzioni della potenza e della refiftenza fono oblique alla lunghezza della leva, può addivenire che lo fieno tutte due egualmente; può altresì darfi che quefte direzioni ricevano differenti gradi d'obliquità, e che l'una o l'altra fia più o meno inclinata alla leva: in

que-

questi diversi casi, ecco quì il più importante da sapersi.

1. Lo sforzo d'una potenza è massimo, qualora la sua direzione è perpendicolare al braccio della leva, nell'estremità del quale essa potenza agisce. Così il peso B, Fig. 12. non basterebbe più per sostenere quello che è in A, se in vece di pesare nella direzione *b* B, facesse il suo sforzo obliquamente, come *b* D, o *b* E.

2. Due forze che adoperano l'una contro l'altra, con le due braccia d'una medesima leva, serbano fra esse la stessa proporzione, se le lor direzioni, di perpendicolari che sono, diventano egualmente oblique alla leva. Vale a dire, che se i pesi P, R, Fig. 13. sono in equilibrio, l'equilibrio sussisterà fra essi, se le lor direzioni inclinandosi alla leva, restano parallele l'una all'altra, come *a p*, *b r*.

3. Se queste direzioni ricevono differenti gradi d'obliquità, in guisa che l'una di esse faccia col braccio della leva un angolo più o meno grande, che l'altra, quella delle due che più si dilungherà dall'angolo retto, *cæteris paribus*, renderà la potenza più debole. Una forza dunque, che sarebbe bastevole per sostenere la massa Q, adoprando secondo la direzione P *p*, Fig. 14. nol sarebbe, s'ella uscisse da questa linea; e tanto meno lo sarebbe, quanto più si allontanasse, collocandosi ne' punti *c*, *d*, *e*, *f*. Tre sperienze renderanno evidenti queste proposizioni.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Fig. 15. raprefenta un piano egualiffimo e alzato verticalmente fopra una bafe; in F, fta fiffata una caffa molto fimile a quella d' una bilancia, per fervir di foftegno ad una leva GH, che vi fi muove liberamente fopra due perni; IK, è una regola ó norma, che fcorre in un canaletto, e che porta nella fua eftremità una carrucola mobiliffima. Faffi paffare fopra quefta carrucola une cordicella minuta, che s' attiene da una parte all' eftremità H della leva, e che è munita dall' altro capo, d' un uncinetto, il qual ferve a fofpendere qualche pefo. Mediante la carrucola, e la regola mobile, fopra cui ell' è fiffata, fi può variare, come fi vuole, la direzione della cordicella, e per confeguenza la direzione ancora della potenza, che vi fi attacca.

Mettonfi a bella prima in equilibrio due pefi in direzioni perpendicolari alle braccia della leva, e poi facendo paffare la cordicella fopra la carrucola, rendefi obliqua la direzione d' uno di quefti due pefi, come *a* P, ovver *a* D, Figura 16.

EFFETTI.

Quando la direzione della cordicella non è più perpendicolare alla leva, lo sforzo della potenza P, non bafta più per foftenere il pefo dell' altra parte, e l' equilibrio non fi rimette, fin a tanto che la cordicella non ritorni nella direzione *a* C.

SPIEGAZIONI.

Il pefo effendo in C, fa equilibrio alla refiftenza E, perchè agifce direttamente contro di effa; imperciocchè effendo la fua direzione a C, pa-

parallela a *b* E, e lo stesso che se queste due forze fossero tutt' e due opposte nella medesima linea. Questa leva del primo genere, le cui braccia son eguali, altro non fa che mettere le due forze in opposizione: se una d' elleno due E, tendesse naturalmente da giù in su, si potrebbe collocarle in *a*, e l' equilibrio sussisterebbe fra esse, purchè le lor direzioni restassero direttamente contrarie. Questa opposizione diretta è dunque una condizione assolutamente necessaria: per conseguenza, quando una delle forze ha la sua direzione perpendicolare ad uno de' bracci della leva, stando tutte l'altre cose le stesse, convien che l' altra per essergli eguale, faccia pure un angolo retto con l' altro braccio; e s' ella si scosta da questa direzione da un lato o dall' altro, il suo sforzo debb' essere men grande. Supponiamo esempigrazia, che la potenza adoperi secondo la linea *a d*; è evidente che la resistenza E, non sarebbe punto sostenuta; tanto meno dunque lo sarà, quanto la direzione della potenza sarà più inclinata al braccio della leva, in cui adopera, o quanto più si allontanerà dalla linea *a* C, perpendicolare a questa medesima leva.

VI. ESPERIENZA.

Preparazione.

Convien mettere la leva G H, della Machina rappresentata con la Fig. 15. in una posizione obliqua, come *h i*, e sospendere alle estremità due pesi eguali.

Effetti.

La direzione della potenza e della resistenza, essendo quì appunto quella, che a tutti i corpi gravi

vi è naturale, da una parte e dall'altra è la ſteſ-ſa; forma ella colla leva inclinata angoli ſimili, *l i* F *b* F K, queſt'egualità d'angoli ſuſſiſte, qualunque grado d'inclinazione che ſi dia alla leva, e i due peſi conſervano ſempre il loro equilibrio.

Spiegazioni.

Quando la leva era orizontale, Figura 15. come G H, la diſtanza perpendicolare alla direzione delle potenze era la ſteſſa, che la lunghezza delle braccia F G, F H, ch'era eguale di qua e di là: eſſendoſi la leva inclinata come *h i*, queſta diſtanza della direzione perpendicolare di ciaſcun peſo, ha ſcemato delle quantità *l* H, *k* G; ma queſte quantità ſono eguali fra eſſe, per conſeguenza le rimanenti *l* F, *k* F, conſervano fra loro il medeſimo rapporto di prima, per lo che l'inclinazione della leva non ha mutato niente nell'equilibrio de' due peſi.

V. ESPERIENZA.

Preparazione.

Col mezzo della macchina, Figura 15. che ha ſervito nelle due Eſperienze precedenti, mettonſi in equilibrio due peſi eguali nelle braccia d'una leva orizontale; poi ſi fa paſſare la cordicella, che ſoſpende l'uno de' due peſi, ſopra la carrucola K, che ſi avanza più o meno per dare a queſto peſo ſucceſſivamente le direzioni *a d*, *a f*, Fig. 17.

Effetti.

Quanto più la direzione della potenza diventa inclinata alla leva, tanto più convien' aggiungere alla ſua maſſa, per mantenerla in equili-

librio con quella dell'altra parte ; vale a dire , che s'era d'una lira quando la ſua direzione era perpendicolare alla leva , ne occorre una e mezza quando la direzione è *ad* , e tre quand'ella è *af*.

SPIEGAZIONE.

Poſciachè lo sforzo della potenza è il maggiore che poſſa eſſere , allorchè la ſua azione è nella direzione *ap*, perpendicolare alla leva, come s'è provato con la III. Eſperienza ; ne ſegue neceſſariamente , ch'ella abbia men di forza , quando viene impiegata in tutt'altra direzione : è però ch'ella avea ſol una forza eguale alla reſiſtenza, eſſendo nella poſizione più vantaggioſa ; debb'eſſere inſufficiente, quando riceve le direzioni oblique *ad* , *af* , perciò non è poſſibile allora mantenere l'equilibrio, ſe non compenſando con un'aumentazioue di maſſa nella potenza, quel ch'ella perde per la obliquità della ſua direzione,

Per giudicare di tale diminuzione , cui è d'uopo compenſare ; o per conoſcere di quanto è indebolita la potenza per li differenti gradi d'obliquità che ſi danno alla ſua direzione , prolonghiamo queſte direzioni mercè di alcune linee indefinite, *ai*, *ak*. Immaginiamoci quindi, che il braccio della leva *ac* , giri ſul ſuo punto d'appoggio , e deſcriva una porzione di circolo *agbik* ; vi ſarà un punto nella ſua lunghezza *m*, ovver *n* , ſopra il quale la direzione prolungata caderà perpendicolarmente ; ſu queſto punto dunque la potenza eſercita tutta la ſua forza , ma queſto punto , come ben ſi vede , non è più nell'eſtremità del braccio della leva ; la ſua diſtanza dal punto d'appoggio è molto minore ; in

in una parola; quando la direzione della potenza è obliqua, come *a d*, è l'istesso che se ella fosse perpendicolare al punto *b*, e quand'ella agisce con la linea *a f*, ha sol la forza, ch'ell' avrebbe, se ella fosse sospesa al punto *e*: ora questi due punti *e*, *b*, spartiscono questo braccio della leva in tre parti eguali, e poichè l'altro braccio è della medesima lunghezza, egli ha tre parti simili a queste. La massa R essendo una lira, moltiplicata per tre di distanza dal punto d'appoggio, dà 3, ch'è il valore della resistenza; se sospenderemo un'altra massa in *b*, per servir di potenza, bisognerà ch'ella sia d'una lira e mezza, che moltiplicata per due di distanza, pareggierà il prodotto dell'altra parte: e se la collochiamo in *e*, la distanza dal punto d'appoggio non essendo più che 1, abbisognano necessariamente 3 di massa, per far equilibrio.

Queste masse 1 lira $\frac{1}{2}$ e 3 lire, son, come si vede, in ragione reciproca delle distanze *b c*, *e c*, che mettiamo tra esse, ed il punto d'appoggio: elleno hanno parimente l'istesso rapporto con le linee *c m*, *c n*, che sono doppie l'una dell'altra; e però che queste sono i sini degli angoli *c a m*, *c a n*, si potrà capire in un modo più generale, quanto abbiam sin ora spiegato, riducendosi a questa proposizione: *i differenti sforzi d'una potenza applicata all'estremità d'un braccio di leva secondo differenti direzioni sono fra loro come i sini degli angoli, che queste direzioni fanno con la leva.*

Segue pure da questa proposizione, che lo sforzo della potenza è il maggiore ch'esser possa, quando la direzione è perpendicolare alla leva

co-

come già l'abbiam provato (*III. Esper.*); imperocchè allora ella fa un angolo retto P *ac*, il cui seno è *ac*, cioè il raggio stesso, od il braccio intero della Leva.

APPLICAZIONI.

Vi ha gran numero di macchine e di strumenti, che si fan muovere col mezzo d'un braccio di leva, che nomasi *manetta*, o manubrio.

Qualunque figura che le si dia, o si curvi, come quella dell'aguzza-coltelli, Fig. 18. e la maggior parte di quelle delle ruote che fansi girare col piede; o si riduca nella forma simile ad un *S*, Fig. 19. come lo son d'ordinario quelle delle sambuche strumenti musicali, si riduce ella sempre ad un braccio di leva retta, la cui lunghezza è determinata dalla distanza che vi è tra il manico B e l'occhio A, che riceve l'estremità del sosolo.

Nei casi, dove la resistenza non è notabile, poco importa, qual angolo faccia la direzione della potenza con la linea A B; ma quando s'hanno a menare grandi manubrj, con molto di forza, presto s'avvede chicchesia, che lo sforzo col quale si opera non ha un eguale vantaggio in tutti i punti del rivolgimento. Questa ineguaglianza proviene dalle diverse maniere, onde la potenza si trova diretta al braccio della leva, mentre gira: questo si capirà facilmente, se s'immaginerà che il manubrio C H, *Fig.* 20. riceve il suo moto circolare da una regola D H, che gli è unita, e che la spigne e la tira alternativamente. Imperocchè secondo quello che abbiam provato colla terza Esperienza, questa

re-

regola adopera con tutto il vantaggio ch' ella aver può, quando fa col manubrio un angolo retto come C H D, oppur *c i k*; sia nello spignere o sia nel tirare. Ma quando il manubrio è ne' punti *b*, od *e*, si vede che la direzione della potenza, rappresentata dalla regola, fa con essa angoli vie più acuti, e che tale obliquità diminuisce assai dello sforzo.

Quello che diciamo della regola D H, converebbe dirlo del braccio d'un uomo, applicato ad una manetta, se altro ei non facesse che tirare e spingere nella medesima direzione: ma egli fa di più; quando il suo sforzo s'indebolisce per una direzione svantaggiosa spingendo, porta innanzi il suo corpo, di maniera che una parte del suo peso va nella direzione *bf* od *eg*; quando poi egli tira, s'abbassa, e si rovescia un poco, e con questi diversi mezzi, si raddrizza ed aggiusta, dirò così, la direzione della potenza, e l'angolo ch'ella fa con la manetta, resta più aperto di quel che sarebbe senza questi moti del corpo, i quai si fanno senza attenzione, e da operai più zotici, che a tal uopo non han prese lezioni, se non dalla natura.

Ma cotali movimenti non si fanno senza stento; e sempre si dice con verità, che colui che volge la manivella non è nella sua piena forza, fuorchè in certe parti della rivoluzione: probabilmente per questa ragione nelle macchine che si muovono con due manichi, v'è il costume d'opporre la lunghezza d'uno a quella dell'altro, come E F, e G H, *Fig.* 21. affinchè dei due uomini, che li menano, l'uno si trovi in una posizione favorevole, mentre l'altro fatica con svantaggio: ma

ma questa disposizione o simmetria non mi pare già l' ottima ; io vorrei piuttosto , che i due manichi facessero insieme un angolo retto , che non che fossero direttamente opposti . Imperocchè se si divida la rivoluzione intera in quattro quarti, appar chiaro dalla *Fig.* 20., che un uomo il quale solleva la manetta da *l* in *m* mercè l'azione de' muscoli , o che l'abbassa da *b* in *n* mercè lo sforzo del suo peso, ha molto più di forza, che quando la porta innanzi da *m* in *b*, o la tira a sè da *n* in *l*: ma queste due ultime parti come le prime , sono direttamente opposte fra esse ; quando allo stesso modo si oppongono le due manette, quei che le conducono, trovansi dunque nel medesimo tempo in piena forza, e nel medesimo tempo altresì nelle posizioni men favorevoli ; la stessa cosa non succederebbe se le manette facessero tra loro un angolo retto; l'un dei due percorrerebbe l' arco *lm*, nel mentre che l'altro passerebbe per lo spazio *mb*.

Per cambiar la direzione del moto, accade sovente , che in luogo d' impiegare una leva retta , si dispongono le due braccia in modo , che facciano un angolo al punto d' appoggio , come I K L, *Fig.* 22. Queste leve angolari che si chiamano *manici torti*, sono molto in uso per le trombe da cavar acqua, per li movimenti de' campanelli, che si pongono nelle stanze, per lo battere o suonare degli orologi, e de' penduli, e per infinite altre occasioni, dove l'azione del motore non può trasmettersi, se non per vie indirette. Elleno hanno le stesse proprietà che una leva dritta ; imperocchè, quando nel girare, coteste due braccia disposte a squadra trovansi oblique

que alle direzioni *m l*, *i n*, della potenza e della resistenza, questa obliquità è eguale da una parte e dall'altra: *o* K *l*, *i* K *b*, sono simili; in breve, le distanze del punto d'appoggio K, dalle direzioni perpendicolari *m o*, *i b*, sono fra esse negli stessi rapporti, e nelle istesse relazioni, che 'l son L K, e I K.

Quello che fin ad ora noi abbiam chiamato il punto d'appoggio, debbe considerarsi come una terza potenza, che s'equilibra colla forza motrice o colla resistenza, o che concorre con l' una delle due, per sostener lo sforzo dell'altra: nelle leve del primo genere, esempigrazia, il punto d' appoggio sostiene lo sforzo delle due forze, che son opposte di qua e di là; in quello del secondo e del terzo genere, egli non porta se non una parte di una di esse.

Non è sempre un punto fisso ed immobile, quello che serve d'appoggio; le più delle volte, son corpi flessibili o che possono schiacciarsi, ovver corpi animati, la resistenza de' quali non regge ad ogni sforzo. Quando una grossa trave, per esempio, riposa per li due suoi capi sopra le due muraglie d'un edifizio, il suo proprio peso, o quello del quale ell'è caricata, le farebbe scrollare, se non fossero costrutte con bastevol sodezza. I muli che portano bare cavallereccie, soccombono sotto il carico, quando eccede le loro forze. E' dunque importante sapere, di quanto sia caricato il punto d'appoggio o ciò che ne fa le veci, quando due altre forze adoperano l'una contro l'altra sopra la medesima leva, affine di poterlo mettere in proporzione collo sforzo, ch' ei debbe sostenere. Ed essendochè questo punto d'ap-

d'appoggio potrebbe di sua natura esser tale, che non resistesse egualmente in tutte le sorte di direzioni, conviene esaminare ancora, come si diriga lo sforzo ch'ei sostiene, mercè le differenti direzioni che si posson dare alla potenza ed alla resistenza. Noi abbiam fatto precedentemente vedere, che l'azione d'una potenza (qualunque ella sia) applicata al braccio d'una leva, risulta da due cose: 1. Dalla sua massa, o dal peso a cui equivale, s'ell'è un ingegno elastico, se è lo sforzo d'un animale, o qualsivoglia altra forza, non operante in virtù del peso. 2. dalla sua distanza dal punto d'appoggio; ed abbiam dichiarato, da dove s'ha a contare tale distanza. (*V. Sper. V. Fig.* 17.) Lo sforzo che proviene dalla massa, e che si può nominare *assoluto*, è limitato: una lira, o l'azione d'una potenza equivavalente a una lira quand'ella pesa sul braccio d'una leva, nella più vantaggiosa direzione, non può se non far equilibrio ad un peso pari, che gli sta opposto colle circostanze medesime. Ma lo sforzo, che nasce dalla distanza del punto d'appoggio, può crescere all'infinito; di modo che se l'un de' due bracci fosse 100. volte più lungo che l'altro, una lira diventerebbe equivalente a 100. Qual sarà dunque il carico sopra il punto d'appoggio primieramente, se vi è equilibrio con egualità di massa; secondariamente, se le masse o le forze sono in equilibrio per l'inegualità delle loro distanze da esso punto d'appoggio?

Per rispondere alla prima dimanda, io dico che se le direzioni della potenza e della resistenza sono parallele fra esse, il punto d'appoggio trovasi caricato della somma delle due forze assolu-

te, ed il suo sforzo si fa in una direzione parallela a quelle della potenza e della resistenza.

Ma se le direzioni di due forze opposte sono inclinate l'una all'altra, il punto d'appoggio non porta se non una parte del loro sforzo assoluto; ne porta tanto meno, quanto elleno son più inclinate alla leva; e la sua resistenza tende al punto di concorso di queste due direzioni; tre Esperienze serviranno a dilucidare ed a provare il da noi quì detto.

VI. ESPERIENZA.

Preparazione.

Nel rovescio della Macchina rappresentata nella *Fig.* 15. abbiam fissate, a due pollici di distanza dal piano, le carrucole A, e B, Fig. 23. che son mobilissime sopra i loro assi; e col mezzo delle quali sospendesi orizontalmente una leva d'acciajo D E, che tensi equilibrata co i due piccoli pesi *p*, *r*; quindi sospendesi dal punto C un peso di 4 oncie, ed ai capi delle cordicelle sospendonsi altri due pesi, P, R, ciascun de' quali pesa 2 oncie.

Effetti.

Essendo tutto così disposto, il peso che è in C tiene gli altri due P, R, in equilibrio; se si levano via i due piccoli *p*, *r*, il peso di 4 oncie discende per la linea C I; e per lo contrario egli rimonta per la linea C F, se si fa eguale giunta alle masse P, R.

VII.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Questa Esperienza si prepara come la precedente, eccetto che la leva I K, *Figura* 24. è più corta, che D E, *Fig.* 23. ed il peso L è sol di 3. oncie.

EFFETTI.

Le due direzioni K N, I Q, delle due potenze P, R, essendo oblique alla leva, a qualunque grado d'obliquità che si voglia, il peso L è sempre minore che 4. oncie per far equilibrio agli altri due, ciascun de' quali pesa due oncie; se le direzioni K N, I Q, diventano meno oblique alla leva, come N O, Q S, convien aumentare la massa L per conservar l'equilibrio, e quando cotesto peso discende, o rimonta, si fa sempre per la linea L M.

SPIEGAZIONI.

In queste ultime due esperienze, si può considerare il peso P come la potenza, R, come la resistenza; e la massa sospesa al punto C, o L, come il valore dello sforzo, che si fa nel punto d'appoggio, quando tutto è in equilibrio; imperocchè è evidente, che senza quest' ultimo peso, la leva sarebbe trapportata da giù in su dalle altre due potenze. Ora abbisognano 4. oncie nel punto C, quando le due masse P, R, sono di due oncie cadauna, e quando le loro azioni sono tutte due nelle direzioni perpendicolari alla leva come A *d*, B E; (*Fig.* 23.) abbiam dunque avuto ragione di dire che in simil caso il punto d'appoggio è caricato dalla somma totale della potenza e della resistenza; e poichè il pe-

casi precedenti, parallelamente alle direzioni delle forze ch' egli sostiene, ovver direttamente al punto del loro concorso, s'elleno sono inclinate l' una all' altra.

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Sopra una medesima base A B, *Fig.* 25. si son alzati due pilieri, che scorrono dentro due cavitadi, in modo che possono accostarsi, e scostarsi l' un dall' altro; C, C, son due carrucole, sopra ciascuna delle quali passa una cordicella, per sostenere una verghetta d' acciajo E E, col mezzo dei due piccioli pesi D, D; il pezzo F G, è una verga di ferro che è un pochettino intagliata di sotto, ne' $\frac{1}{4}$ della sua lunghezza, e che col mezzo d' un peso attaccato in F, mettesi in equilibrio con se stessa, e coi piccoli pesi D, D, che si accrescono quanto occorre per tal effetto.

Da prima sospendesi in F un peso di 6. oncie; in G, un altro peso di 2 oncie; ed aggiungonsi ai piccoli contrapesi che sono in D, D, due masse di 4 oncie cadauna. Vedi alla Fig. 26. ove si son rappresentate, con lettere di simili nomi, quelle quantità solamente, che fan molto per la Teoria.

EFFETTI.

Tutto è in bilico: 1. lo sono vicendevolmente le due masse ineguali applicate alla leva *Fig.* 2. questa leva così caricata, ed i due pesi *d*, *d*, che sostengono il punto d' appoggio *ee*, o piuttosto, che rappresentano il suo sforzo; e se si sollevano un poco questi due ultimi pesi, subito il punto d' appoggio discende per la linea *e* K.

IX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Bisogna allontanare, e separare i due pilieri A, B della macchina descritta (*Fig.* 25.) in tal maniera che la direzione della cordicella di ciascun lato, diventi obbliqua alla leva, come *c e*, *c e*, *Figura* 27: quindi avanzata la verga *f g* fino ai due tetai della lunghezza della verghetta d'acciajo *e e*, mettonsi in L ed in M delle masse, quali abbisognano per tenere il tutto in equilibrio.

EFFETTI.

Allora il peso L si trova essere di 8 oncie, e quello ch'è in M, di 4. oncie, lo che fa insomma 12. oncie di massa; e quando tal quantità si diminuisce, o si sollevano questi due pesi, il punto d'appoggio H discende seguitando la linea H I; lo che si scorge facilmente se si colloca di dietro un filo a piombo. La stessa cosa accade, se si mette in H un peso di 8 oncie in luogo della leva *fg* caricata dei suoi due pesi.

SPIEGAZIONI.

Nell'ottava esperienza, evvi equilibrio tra una massa di 6. oncie ed un'altra di 2. oncie; perchè questa, che è solo il terzo dell'altra, è tre volte altrettanto lontana, ch'essa, dal punto d'appoggio, e s'è fatto per noi vedere, che in tal caso l'eccesso di velocità da una parte, compensa l'eccesso della massa dall'altra parte; ma quantunque una potenza cresca, a misura che il braccio della leva diventa più lungo, non appar, che questo crescimento carichi per nulla il punto d'appoggio, poichè lo sforzo che si fa

in

in *g* (*Fig.* 26.) tuttochè equivalente al peso di 6 oncie che pesa in *f*, non produce in *e* la somma di 12, ma solamente quella di 8, espressa dai due pesi *d*, *d*, di 4 oncie cadauno, ed eguale alle due masse, che sono in equilibrio colle braccia della leva *fg*. La medesima cosa prova ancor più direttamente per la nona Esperienza, poichè sostituendo in H (Fig. 27.) un solo peso che pareggia in massa quella della leva caricata, sussistono i medesimi effetti.

So niente sostenesse la leva (Fig. 26.), e le due potenze restassero in equilibrio fra esse, e perpendicolari alle estremità *f*, e *g*; è manifesto che tutti i punti compresi tra questi ultimi due, caderebbono per linee parallele a quelle delle potenze; e ciò vedesi accadere, quando si sollevano un poco li due punti *d*, *d*: il punto d'appoggio discende per la linea *e* K; questa linea esprime dunque la sua tendenza da giù insù, o la direzione del suo sforzo.

Si può ancor dire, che se queste potenze cedessero di qua e di là allo sforzo che si fa nel punto H (Fig. 27.), purchè cedendo non mutassero relazione e corrispondenza, le due estremità della leva descriverebbono discendendo, le parallele *e* N, *e* O, ed il punto d'appoggio troverebbesi sempre nella linea H I; il suo sforzo si fa dunque in questa linea ove le direzioni delle potenze si uniscono, quando sono mutuamente inclinate.

Applicazioni.

Poichè si può sapere quanto sforzo si faccia sopra un appoggio, o sopra tutto quello che ne tien le veci, qualor si conosce il valore assoluto

delle potenze e le lor direzioni in riguardo alla leva, per cui elleno adoperano; ne segue che potremmo ovviare agli accidenti, che nascono dalle disposizioni, ovver far valere le forze che terrebbonsi per insufficienti, se non si sapesse applicarle con tutto l'avantaggio, ch' elleno ponno avere.

Si collochi, per esempio, un carico di 200 lire nel mezzo d' una leva, le cui estremità riposano sopra gli omeri di due uomini; questi due appoggj basteranno al carico, se ciascun de' portatori è capace di sostenere 100. lire. Ma se uno non ne può portare se non 50, quand' anche l'altro regger potesse ad uno sforzo di 150 lire, il più debole nè più nè meno soccomberà, sin che il peso starà a distanze eguali tra il suo collega e lui; e tutti due diventeranno inutili per l'opera che da lor s'attendeva. Ma si ponga il carico più lungi dal portatore più debole; e le braccia della leva divenute ineguali, stieno in ragion reciproca degli sforzi, di cui son capaci i due uomini; ed allora il peso sarà sostenuto, come da prima sarebbesi potuto sostenere da altri due uomini, atti ciascheduno ad uno sforzo di 100. lire.

Se un Legnajuolo porta una piccola trave, sempre la pone su la sua spalla per lo mezzo appresso a poco della sua lunghezza: ponendola così, egli porta solo il peso del pezzo di legno, perchè i due capi si fanno reciprocamente equilibrio: ed il punto d'appoggio è sol caricato della somma totale delle due masse. Ma s' ei se la recasse in spalla nel sito d' essa trave che corrisponde ai due terzi, od ai tre quarti della sua lun-

lunghezza, sarebbe costretto, per impedirne la caduta, di rattenerla con le sue braccia dal capo più corto, e questo sforzo equivalerebbe ad un peso, che farebbe equilibrio con l'eccesso di lunghezza che avrebbe la trave nella parte opposta: la spalla del portatore sarebbe dunque inutilmente caricata di questa quantità di più.

Questi due esempj sono così semplici, e s' incontrano tanto spesso, che i più di coloro che ci dan motivo di osservarli, suppliscono (per vero dire) al raziocinio col solo abito da lor fatto, e con l'instinto della natura. Ma si danno casi presso che infiniti, ne' quai si ha bisogno d'essere instrutto, e di riflettere; e dove non si riesce, fuorchè con una applicazione ragionata di questi medesimi principj, de' quai naturalmente abbiamo un' idea confusa.

Solo eziandio in riflettendo su queste leggi della natura, si può render conto d'un numero infinito di precauzioni e d'usi, che noi rireviamo per sicuri sin dall'infanzia, o che son parto de' nostri bisogni e della nostra industria.

Per qual cagione, esempigrazia, un uomo, che tira un battello, o qualche peso attaccato alle estremità d' una corda, si piega innanzi e s'abbassa? perchè unisce coll' azione de' muscoli una parte del peso del suo corpo, per vincere la resistenza, contro la quale egli adopera. Ma se gli manca un punto fisso, se quelli ch' egli ha non l'è abbastanza, o di sua natura, o per una direzione svantaggiosa, s' ei cammina sopra un piano mobile, qual, v. g. è un battello non fermo, s'egli è sopra un terreno sdrucciolevole, o inclinato; tutte queste cause, che si riducono a

un

un diffetto d'appoggio, rendono i suoi sforzi inutili, o ne diminuiscono gli effetti.

Per ovviare ad inconvenienti di questa fatta gittasi della cenere o del letame sopra i luoghi frequentati che son coperti di brina gelata; e ne' fitti inverni mettonsi le punte ai ferri de' cavalli, lo che si chiama, *inferrare a diaccio*: se non si adoprasse quella punta, o calcagno di ferro nelle suole, o nei zoccoli per pungere ed intaccare il ghiaccio, dove potriasi prendere il suo punto d' appoggio per scagliarsi e progredire sopra un piano, il cui più considerabil vantaggio è non avere alcuna ineguaglianza che possa fermare il piede? I popoli del Nord, che spessissimo sono costretti di viaggiare sulla neve, camminerebbono sopra un appoggio non ben fitto nè saldo, se non avessero l' avvedimento di porsi ne' piedi certe racchette molto più larghe, che non sono l' ordinarie suole delle nostre scarpe; con tal mezzo s' appoggiano camminando sopra una parte più grande di piano, lo che supplisce al poco di solidità di esso piano.

Quando è tirata da cavalli una vettura sopra una strada ripida, ciò, che lor dà travaglio e più li sfinisce, non è solamente il peso del carico cui traggono, che allora è meno sostenuto dal terreno, ma oltracciò l' inclinazione d' esso terreno, che lor presenta il punto d' appoggio in una direzione molt' obliqua a quella del loro sforzo; imperocchè le loro gambe, dirò così, irrigidindosi contro il terreno, s' inclinano pel medesimo verso che esso; e ben si capisce, che quanto più ellero s' accostano al parallelismo, tanto meno i piedi sono appoggiati: il perchè spesse

fiate

frate si dispongono a bello studio in così fatti terreni certe ineguaglianze di tratto in tratto, che facilitano la tiratura, non molto dissimili da' gradini delle nostre scale, che presentando un piano orizontale allo sforzo del piede, che fassi in una direzione quasi verticale, resistono molto meglio, che non potrebbon fare le porzioni del piano inclinato, sopra le quali coteste ineguaglianze sono praticate.

Coloro che hanno fatto l' uso di lavorare a tornio, debbon sapere quanto sia necessario che una leva sia bene appoggiata, per sostenere gli sforzi opposti della potenza e della resistenza; imperocchè, che cosa è una forbice, un bolino, una subbia, senonsè una leva del primo genere, appoggiata sur un sostegno, e il cui tagliente o punta, guidasi dalla mano del torniere contro un pezzo di legno, di rame, di ferro ec.? Se il sostegno non è di per se stesso ben fitto e sodo; se non è proporzionato agli sforzi che dee sostenere; se la sua posizione o quella dell' ordigno ch' ei sostiene, dà alla sua resistenza una direzione svantaggiosa, ne risultano, come ben si sa, molti cattivi effetti; le materie dure si torniano a onde; quelle che son tenere, si rotondano imperfettamente; l' ordigno, o strumento s' incaglia, o fa de' tratti falsi; in somma in un tornio egli è un difetto essenziale, quando ciò che dee servire d' appoggio agli ordigni, manca di solidità, o de' moti necessarj per dargli le direzioni più convenevoli; e colui che non sa ben situare e vantaggiosamente il sostegno non è un valente torniere.

DEL-

DELLE MACCHINE

Che sono composte di Leve, o che adoperano, e s' esercitano come Leve.

Le Leve entrano nella costruzione d' un così gran numero di macchine, che non sarebbe possibile farvele osservare con esatto e minuto divisamento. Gli autori, che più ampiamente hanno trattato delle Meccaniche, sonsi con ragione dispensati da questo superfluo esame, e si son contentati, dopo d'avere stabiliti i principj, d'indicare con alcuni scelti esempj, l' applicazione, che fassene nell' Arti: i limiti che ci siam prescritti, esigono, che con maggior riserva ancora noi procediamo; il perchè ci ristrigneremo a ragionar quì delle sole macchine men composte, di quelle cioè che così poco della semplicità della Leva si dilungano, che talor si noverano fra le Macchine semplici.

Della Bilancia comune, e della Romana.

La bilancia ordinaria rappresentata dalla *Fig.* 28. è una Macchina, che serve a mettere in equilibrio due quantitadi eguali di materia, in tal guisa che, se si conosce il peso dell'una, si sa, con tal mezzo, quanto pesi l' altra.

Questa Macchina è composta d' una *spranghetta* A B, la cui lunghezza è divisa in due parti eguali da un *asse*; e di due *piatelli*, C D sospesi alle due estremità delle braccia della spranghetta; e d'un *incastro*, o cassa E F, che serve d' appoggio all'asse, dov' è il centro del moto.

Si conosce agevolmente, che questa bilancia non è altro che una leva spartita in due braccia egua-

eguali dal ſuo appoggio, e caricata degli ſforzi d'una potenza, e d'una reſiſtenza, le cui direzioni o ſono parallele fra eſſe, o perpendicolari alla ſua lunghezza, quand'ella è orizontale come A B; o fanno con eſſa lunghezza angoli eguali di qua e di là, quand'è inclinata come *a b*; di maniera che ſe foſſe poſſibile fare una bilancia d'una materia infleſſibile, e ſenza gravità, noi averemmo poche coſe da aggiugnere a quello che abbiamo detto e provato precedentemente. Ma eſſendo noi nella neceſſità di fare la ſpranghetta di qualche materia dura, come di ferro, o di ottone, e di darle una figura e delle dimenſioni, che la impediſcono dal piegare, noi perdiam qualche volta di viſta ciò che la teoria preſcrive; però credo ſarà a propoſito eſaminare in poche parole, come ſi renda giuſta una bilancia, e quello che può farla difettoſa.

La qualità eſſenziali d'una bilancia ſono 1. una grande mobilità: vale a dire, che la più piccola differenza tra le due quantitadi di materie, ond'ella è caricata, dia il tracollo alla ſpranghetta, acciocchè ſi poſſa poi riguardare il ſuo ſtato di equilibrio, come il ſegno certo di un'eguaglianza perfetta nelle maſſe quinci e quindi collocate. 2. Che le ſue braccia ſieno ſempre ben eguali; imperocchè ſe nol ſono, miſureranno diſtanze ineguali del punto d'appoggio dall'eſtremità o ſia dai punti di ſoſpenſione, ove ſi fanno gli ſforzi delle potenze, e due maſſe eguali non potranno ſtarvi in bilico. 3. Che le braccia ſieno in una medeſima direzione; imperocchè ſarà difficile giudicare, ſe fanno angoli eguali da una parte e dall'altra con le direzioni delle potenze. Non è

sì

sì facile combinare assieme questi tre punti di perfezione; s'incontrano da vincere nella costruttura di quest'istrumento, molte difficoltà, e nell'uso istesso, una bilancia esige attenzioni, senza le quali la più esatta cessa di esser tale.

La mobilità d'una bilancia dipende principalmente da tre cose; cioè, dal più o meno di attrito o sfregamento, che si fa nell'asse; imperocchè sappiamo che quest'è un ostacolo al moto; dalla posizione del centro di gravità, che può essere collocato fuori del centro di moto, e delle lunghezze delle braccia, ipoichè un picciolissimo peso può fare un grande sforzo, essendo molto lontano dal punto d'appoggio.

Per rendere la bilancia più mobile con la diminuzione dell'attrito, bisogna che la pressione nel punto d'appoggio sia la minor che si possa; e quindi è che fassi leggerissima la spranghetta delle bilancie de'saggi, ove s'ha bisogno d'una somma mobilità; ma convien avvertire parimenti, ch'essendo troppo debole nón pieghi o si curvi sotto il carico de'piattelli: imperocchè la sua curvatura avrebbe degli altri inconvenienti, che fra poco noi toccheremo. Colla mira altresì di scemar l'attrito dell'asse egli si suol fare un poco in coltello; e questa pratica è buona, purchè tuttavia il luogo del buco, su cui regge, sia com'egli, durissimo; imperocchè altrimenti, o scaverebbe ed affonderebbe col tempo, o si schiaccerebbe da se stesso; e la sua mobilità, in luogo d'aumentarsi, scemerebbe notabilmente.

Se la spranghetta della bilancia è sospesa per lo centro della sua gravità, le sue due braccia

fa-

faranno sempre in equilibrio, in qualunque situazione che si mettano; ed ogni poco che uno di essi più dell'altro sia caricato, la bilancia tracollerà: quest'estrema mobilità diventa incomoda nell'uso ordinario, perchè è duopo di molto tempo, e di grand' attenzione per caricare i piattelli con un'inegualità così perfetta come bisognerebbe per tenerli in equilibrio; laonde si suole collocare il centro del moto al di sopra di quello della gravità. Si può vedere dalla *Fig.* 29. con qual riserva s'ha da usare questo correttivo, il quale, a parlar propriamente, non è altro che una imperfezione messavi a bello studio; imperocchè, se il triangolo A B C rappresenti una spranghetta di bilancia mobile sul punto C, e se si faccia prendere una situazione inclinata come *ab*, il centro di gravità ch'è nella linea C D, quando le due braccia sono in un piano orizontale, troverassi allora nella linea C *d*, e farà sforzo per ritornare nella linea verticale, ch'egli ha lasciata, se gli sarà libero ritornarvi, l'accelerazione della sua discesa lo farà passar oltre, gli verrà in *f*; e quest'è quello che cagiona que' crolli reciprochi, che in tutte le spranghette di bilancia si osservano, e che non darebbonsi, se il centro di gravità non fosse più basso che il centro di moto.

Poichè tali spranghette non possono inclinarsi senza che il centro di gravità si sluoghi, o traporti, e così fatto traportamento non può avvenire senza un particolare sforzo; egli è evidente, che una tale costruzione toglie alla bilancia una parte della sua mobilità; e che non si debbe allontanare il centro del moto, se non

il

il meno che si possa, da quello della gravità; massimamente quando la bilancia ha da servire a pesar merci preziose, le cui minime quantità debbono calcolarsi.

La lunghezza delle braccia contribuisce altresì alla mobilità della bilancia, per la ragione che abbiam detta: Quest'è un mezzo, che per se stesso potria render sensibile il peso delle più picciole porzioni di materia; ma una spranghetta di bilancia non può acquistare una maggior lunghezza, se non con diventare più pesante o più flessibile; l'un e l'altro son da temersi: il primo, perchè accresce l'attrito per la maggior pressione nell'asse; il secondo, per la ragione che siam quì per riferire.

La seconda condizione da noi dimandata per fare una puntual bilancia, si è che le sue due braccia sieno perfettamente eguali: ora non basta che lo sieno quando si fabbrica l'istrumento, bisogna di più che non cessino d'esserlo nell'uso. Se la spranga traversale non ha tutta la rigidezza o durezza necessaria, curvasi sotto il carico de' piattelli; e questo curvamento, anche picciolissimo, diminuisce la mobilità, e mette dell'incertezza negli effetti della bilancia. Imperocchè primieramente se la linea retta A B (*Fig.* 30.) diventa curva, come *a* C *b*, le curvature da una parte e dall'altra si riducono alle due linee rette *a* C, C *b*, e formano con la linea *ab* un triangolo, al quale si può applicar ciò ch'è stato detto di quello cui rappresenta la *Fig.* 29. In secondo luogo, le direzioni delle potenze *af*, *bg*, non fanno più angoli retti colle braccia curvate della spranghetta. Per vero dir, questo non

è un

è un inconveniente, se i detti angoli, tuttochè differenti da quel ch'erano prima, sono tuttavia simili fra essi; e per accertarsene appunto, s'erge un ago ad angoli retti, sul bel mezzo della spranghetta. Se la cassa è sospesa liberamente, prende di per sè stessa una direzione verticale, che fa conoscere quando l'ago è perpendicolare al piano dell'orizonte; ed allora si giudica che le due braccia della bilancia fann' angoli simili, colle direzioni delle potenze, onde son caricate: ma ciò suppone, come ognun vede, o che la spranghetta è rimasta dritta, o che s'è curvata egualmente di qua e di là; imperocchè se la parte C*b* ha piegato d'avantaggio che quella dell' altra parte; la linea sarà più corta che *a* C, e la sua inclinazione non sarà la stessa.

Questa differenza d'inclinazione, che deesi temere se la spranghetta è flessibile, e la difficoltà di stimarne il più ed il meno nella pratica, sono ragioni sopra le quali io stabilisco la terza condizione: se, per la scelta della materia, per la foggia di lavorarla, per una figura o per certe dimensioni ben studiate ed eseguite, si fabbricherà una bilancia in maniera tale, che le sue braccia sieno inflessibili, senza pregiudizio delle altre qualità necessarie, esse braccia saranno sempre in una medesima direzione, ed il loro equilibrio dipenderà unicamente dall'egualità delle masse, onde saran caricati: ciò tuttavolta non debbe intendersi se non della spranghetta sola, ed allorchè non è caricata de' suoi piattelli; imperocchè i punti di sospensione mutano luogo, quando la spranghetta s' inclina, e per questa ragione l'una delle potenze

s'avvicina, e l' altra s' allontana dal punto d' appoggio come vedrassi dalla *Fig.* 31.

Sieno A, B, i due fori, ove s' attaccano gli uncini od annelli, donde pendono le lanci: finchè la spranghetta è orizontale, i punti di sospensione sono in *a* ed in *b* a distanze eguali dal centro di moto; ma se s' inclina come D E, gli annelli sdruccciolano, e l' un de' due trovasi in *d* più lontano, e l' altro in *e* più presso che non era, al centro del moto. Per questa ragione una spranghetta sola fa molti crolli su e giù e ne fa meno, quando da lei pendono i suoi piattelli; particolarmente quando la incliniamo assai, perchè allora ella perde intieramente il suo equilibrio.

Si può osservare eziandio, che facendosi ordinariamente de' fori grandi per dare maggior libertà agli annelli, quantunque i loro centri sieno nell' istessa linea che il centro dell' asse, le due braccia non per tanto, cioè le due linee *a c*, *b c*, non sono nella stessa direzione; e quest' è una cosa alla quale si debbe aver riguardo nella costruzione delle bilancie, poichè ciò solo può esser cagione che il centro di gravità si trovi fuori del centro di moto.

L' ago, che si pone su la spranghetta, per conoscere quand' ella sia in una direzione orizontale, pesa in parte su l' uno delle due braccia, quando la bilancia s' inclina, come appar dalla Fig. 32; e per questa ragione, ogni volta che esso ago passa la linea verticale da una banda o dall' altra, egli sarebbe cagion d' errore, se non vi si ovviasse con un contrappeso *b z*, che si mette in uso a bello studio nella parte opposta sotto

to la ſpranghetta; ma queſto contrappeſo non impediſce fuorchè una parte del male, ſe non è d'una gravità perfettamente eguale a quella dell' ago; lo che non è facile, quando la ſpranghetta *mn* l'ago *kl*, ed il contrappeſo *hi* ſono d'un medeſimo pezzo, come ſi ſuol fare per ordinario.

Una bilancia perfettamente coſtrutta, potrebbe anche mancar d'eſattezza per la maniera di ſervirſene; a cagion d'eſempio, potrebb'ella non eſſere più abbaſtanza mobile, e fin diventar falſa, per ineguaglità di lunghezza nelle ſue braccia, ſe non ſi proporzionaſſero alla forza della ſpranghetta le maſſe onde ſi caricano le due lanci; imperocchè allora una grande preſſione nell' aſſe vi cagionerebbe troppo attrito, e le braccia potrebbono curvarſi, lo che equivalerebbe a difetti provegnenti da una mala coſtruzione. Si correrebbe riſico pure di pigliar per equilibrio ciò che non l'è, ſe la caſſa mal ſoſpeſa, o sforzata, non prendeſſe direzione verticale; imperocchè allora la ſpranga potrebbe non eſſere orizontale, ſenza che niuno ſe n'avvedeſſe; e dal già detto di ſopra, ben s'è potuto ſcorgere, che tal poſizione è quella, da cui ſi ha a temer men d'equivoco che altronde; ma non ne va però eſente affatto, ſi può fare una bilancia falſa, in cui ſerbiſi queſta proprietà di ſtar in bilico con ſe ſteſſa in una direzione orizontale; uno de' due bracci può eſſere più corto, ma peſante del pari che l'altro: finchè i piattelli ſaranno vuoti, l'equilibrio ſuſſiſterà; ma ſe ſaranno caricati di quantità eguali di materia, il piattello pendente dal braccio più lungo vincerà l'altro; imperocchè peſi eguali non ponno ſtare in

equilibrio, se non a distanze eguali dal punto d' appoggio.

La bilancia Romana, o sia Stadera, cui rappresentata abbiamo con la Fig. 33. è anch' essa una lieva del primo genere, che differisce dalla bilancia ordinaria, in quanto che mette in equilibrio due potenze inegualissime fra loro: un solo peso P, il qual si mette a varie distanze dall' asse o punto d' appoggio, serve a pesare quantitadi molto più grandi l' une dell' altre le quali s' attaccano all' uncino R, perchè il braccio di leva C H essendo diviso in gradi, o lire, oncie, ec. ed essendo nota la potenza P, si sà quanto la resistenza ha più di massa, dal divario che trovasi nelle distanze comprese tra l' una e l' altra ed il punto d' appoggio.

Noi non ci fermeremo su questo istrumento, perchè gli si può applicare quasi tutto quello che abbiam detto di sopra intorno alla bilancia ordinaria: basterà solo notare, che la Stadera a marco è d' un uso per verità comodissimo, in quanto che non avendo bisogno se non d' un solo peso non gran cosa notabile, ell' è almeno in picciolo, maneggevole, e assai portatile; e quando s' adopera in grande, sopra masse pesantissime, e che non si possono dividere, siam dispensati dall' aver alle mani un gran numero di pesi, difficili da raunare insieme, ed il punto fisso n' è molto meno caricato; ma convien osservare parimenti che quest' istrumento non può servire a pesare pontualmente quantitadi picciole, perchè non è abbastanza mobile, lo che nasce principalmente dall' esser molto corto un de' suoi bracci.

Del-

Delle Carrucole.

La Carrucola, *Fig.* 34. è un corpo rotondo, è ordinariamente piatto, mobile sopra 'l suo centro C, e la cui esteriore circonferenza è scanalata, perchè vi si possa addattar fune o canapo, o catena, per tirar su pesi: Vi si applica da una parte la potenza E, F, o G, e dall'altra la resistenza R.

Bisogna o che la corda meni la carrucola, o che la carrucola meni la corda, e però quando si può temere che questa scorra sopra quella, si scava la girella in forma d'angolo, ovver si guernisce di punte, Fig. 35.

Il corpo della carrucola si muove per l'ordinario in una forma, o incastro C D, che sostenta l'asse: l'uso è di fissare le due estremità dell'asse nella forma, e di far girare la carrucola di sopra; sarebbe meglio fissar l'asse alla carrucola, e far girare il tutto insieme ne'buchi della forma, perchè facendosi il moto sopra men di superficie, vi sarrebono meno attriti; e quand'anche i fori della forma s'ingrandissero col tempo, non essendovi se non la parte inferiore che riceve lo sforzo, la carrucola nè più nè meno girerebbe perfettamente; dove all'incontro questo non può farsi, qualora il centro della carrucola sia troppo aperto.

Le sperienze che quì addurremo, daranno a conoscere, 1. che una carrucola può essere adoperata come una leva del primo genere, che ha le braccia eguali, e sopra la quale due potenze di forze assolute eguali, stanno sempre in equilibrio, piglin esse quai direzioni si voglia. 2.

Che le potenze che s' applicano alla carrucola, tanto più forte hanno la loro azione, quanto maggiore è la loro distanza dall' asse. 3. Che l' asse è caricato della somma totale della potenza e della resistenza, e che il suo sforzo si fa in una direzione parallela alle direzioni loro, e tendente al loro punto di concorso.

X. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 36. rappresenta una macchina composta di due pilieri o colonnette alzate e fissate sopra una tavoletta più lunga che larga, l' uno d' essi porta una carrucola di metallo traforata e aperta, e l' altro una leva a squadra di braccia eguali, e che gira liberissimamente sopra 'l suo chiodo e nello stesso piano che la carrucola.

Da prima fassi passar sopra la carrucola una cordicella, a' capi della quale s' attaccano due pesi eguali P, R, che lascíansi agire in direzioni parallele e verticali come A P e B R.

Quindi trasportasi il peso R alla cordicella, che s' attien al braccio D della leva angolare e si colloca la cordicella della carrucola, come P A, F E.

Finalmente il peso R, rimettendosi al suo luogo, e la leva angolare venendo girata in maniera che D sia in *d*, ed E in *e*, s' attacca il peso P all' estremità d' una cordicella *d p*, e la cordicella della carrucola che lo sosteneva, al braccio *e* della leva che gira.

I due pesi P, R, sono sempre in bilico, non solo quando tutti due han direzioni parallele e

ver-

verticali, ma ancora quando uno di essi agisce orizontalmente su la carrucola, o sia che la corda abbracci i tre quarti della carrucola, o che n' abbracci solo un quarto.

SPIEGAZIONI.

La carrucola A F B, può considerarsi come un adunamento di leve del primo genere, le cui braccia sono eguali, e che hanno un punto d' appoggio comune al centro C, dov' è l' asse. Quando la cordicella è verticale da una parte e dall' altra, se non può scorrere su la carrucola debb' avere l' istesso effetto che se fosse di due pezzi, uno de' quali fosse attaccato in A, e l' altro in B. Vi è dunque equilibrio tra i due pesi P, R, perchè la loro azione s' esercita a distanze eguali dal punto d' appoggio, e ciascuno d' essi fa il suo sforzo in una direzione perpendicolare al braccio della leva, o B C.

L' equilibrio sussiste per le stesse ragioni negli altri due casi; i raggi G C ed F C, sono eguali ai due primi A C, B C; e le direzioni E F, ed *e* G lor sono perpendicolari, come R B è perpendicolare a B C: non vi è altra differenza, se non che le due potenze adoperan da bella prima per mezzo d' una leva dritta A B, e che dipoi sono come applicate a leve angolari A C G, od A C F; lo che è la stessa cosa, quanto agli effetti, come abbiamo di sopra mostrato (*a carte* 37.)

XI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La Figura 37. rappresenta una carrucola composta di più piani circolari, che lasciano fra loro al-

alcune grossezze, e le circonferenze de' quali sono scavate a gola; i diametri, e per conseguenza i raggi di questi circoli, sono fra essi come i numeri 1, 2, e 3. Sopra la più picciola delle tre circonferenze si è posta una corda, dalla quale stan pendenti due pesi di *6* oncie cadauno; si son fissate in *a* e in *b* due altre corde, che abbracciano l'altre due circonferenze, e che pendono perpendicolarmente ne' punti 2 e 3.

EFFETTI.

Quando i due pesi sono in H e in I, vi ha equilibrio tra *6* oncie da una parte, e *6* oncie dall'altra. Se si toglie quello ch'è in H, un altro peso di 3 oncie fa la stessa cosa in L; e quando quest'è tolto, 2 oncie situate in L sostengono il peso di *6* oncie in I.

SPIEGAZIONI.

Il raggio C 2 essendo eguale a C*d*, vi è equilibrio tra due pesi eguali; perchè i loro sforzi si fanno a distanze eguali dal punto d'appoggio.

Ma C 2 essendo doppio di C*d*, l'equilibrio dee nascere tra due masse, che sono in ragione reciproca di queste due lunghezze: così 3 oncie ne sostengono *6*: e per la stessa ragione 2. oncie bastano ad una distanza, che pareggia tre volte C*d*.

XII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La carrucola G H, Fig. 38 è sospesa per lo suo asse in due piccole fibbie di mettallo, sostenute quinci e quindi da cordicelle, che passano sopra due carrucolette, e che si riunisco a due pesi eguali B, D, di maniera che la carrucola gran-

grande ha due moti; imperocchè ella gira sul suo asse all'ordinario, ed il suo asse può discendere con essa una certa quantità, quando la resistenza de' pesi B D, vien a cedere.

EFFETTI.

Questi due pesi cedono, la carrucola discende due pollici incirca, allorchè altri due pesi E, F, che pesano insieme e con la carrucola un po' più che B, D, trovansi in direzioni parallele e verticali: e la carrucola rimonta in parte, allorchè levatosi il peso F, si ritien colla mano la cordicella nella direzione A C.

SPIEGAZIONI.

Quando i pesi E, F, sono parallelamente sospesi, i loro sforzi sono perpendicolari a G, H, che debbonsi considerare come l'estremitadi d'una leva retta; E noi abbiamo già mostrato che in simil caso il punto d'appoggio porta la somma totale delle due masse; l'asse che lo rappresenta, soffre dunque da su in giù uno sforzo che eguaglia i due pesi E, F, e quello della carrucola presi insieme; gli altri due B, D, che s'oppongono alla sua discesa, e che rappresentano la sua resistenza da giù in su, sono un poco più deboli di cotesta somma, il perchè la carrucola discende. Ma ella si rialza, quando una delle bande della corda cessa d'essere parallela all'altra: imperocchè allora lo sforzo, contro cui regge; si fa secondo la linea I K, ed ha ormai un'azione soltanto obliqua contro le potenze B, D.

APPLICAZIONI.

La carrucola adoperata come leva del primo genere, è un mezzo semplice e comodo, e di cui ci vagliamo frequentemente per cambiar la di-

direzione del moto. Imperocchè in qualsivoglia maniera che presentisi una potenza nel piano dov' è la carrucola, ella trovasi sempre perpendicolare a qualcuno de' raggi, lo che gli conserva tutta la sua intensità. Perciò, quantunque un cavallo od un bue eserciti naturalmente la sua forza in una linea orizontale, si può nulladimeno con ricorsi è corrispondenze di carrucole applicare i suoi sforzi a resistenze, dirette verticalmente; tuttochè un peso sempre tenda a cadere, egli può alzarsi, se col mezzo d' una carrucola vien messo in opposizione con un più forte.

Le leve cubitate o angolari come già abbiamo detto di sopra, cambiano anch'esse le direzioni; ma la carrucola ha questo vantaggio sopra di esse, che rende il moto continuo, e conserva le potenze sempre nelle medesime direzioni date già loro da principio. Questa differenza si scorge facilmente dalla sola inspezione delle Figure 22, e 36.

Essendo che una carrucola che ha più gole concentriche (*Fig.* 37.) servir può a pareggiar forze che son differenti tra esse, qualora i diametri di queste gole sono in proporzioni mutue convenienti: ne viene in conseguenza che si possa mantenere l' equilibrio, ovvero una corrispondenza o relazione costante tra due potenze, le di cui forze relative continuamente si cambiano. Imperocchè in vece di più gole concentriche, se ne può far sol una, che non ritorni in se stessa, ma che prendendo la forma spirale, si dilunghi a poco a poco dal centro, secondo la proporzione, onde l' una delle due forze s' indebolisce.

Una

Una delle più felici applicazioni fattesi di questa conseguenza, è d'aver resa uniforme l'azione delle molle o degl' ingegni, che avvivano gli oriuoli a ruota, ed i penduli. Detto abbiamo nella seconda Lezione (*Tom. I. pag.* 88. *Fig.* 10.) che coteste molle, come tutte le altre, oprano sempre più fiaccamente, a misura che si allentano oprando; le ruote, le quali son da esse poste in moto, opponendo sempre la medesima resistenza, chiaro è che l'oriuolo od il pendulo anderebbe sempre ritardandosi, per tutto il tempo che la molla impiegasse nello svilupparsi, se non si fosse trovato un mezzo di ovviare a tale inconveniente. In luogo di avvolgere sopra un cilindro la catena, che serve a tendere la molla, essa catena ricevesi sopra un rocchello, la cui figura è tale (*Fig.* 39), che i giri così vanno sempre scemando di diametro, come la tensione della molla cresce. Tutta l'arte consiste in trovare questo rapporto, e questa mutua ragione; imperocchè la teoria non può servire, fuorchè a girvi da presso, ma non a coglierla; gli Oriuolai son sempre obbligati di procedere ad esperimenti, perchè le molle non sono mai regolarmente flessibili, ed elastiche in tutte le parti della loro estensione.

Quando si sa, di quanto l'asse d'una carrucola debb' essere caricato, son appresso a poco note le dimensioni più convenevoli, che se gli hanno a dare; quello che debb' aversi principalmente in mira, si è, ch'egli sia forte abbastanza: in secondo luogo, che abbia sol la grossezza necessaria, affin d'evitare gli attriti d'una troppo grande superficie. Ma come la forma, o

ca-

cappello d'una carrucola sta sempre attaccato a qualche punto fisso, convien' altresì badare, che quel che la sostiene sia tanto stabile che resister possa agli sforzi che si fanno su l'asse : bisogna eziandio aver l' occhio alle differenti direzioni, che possono prendersi da questi sforzi · imperocchè un appoggio resisterebbe in un caso, che nell' altro cederebbe.

Si può considerare altresì la carrucola semplice come una leva del secondo genere ; in fatti ne ha le proprietadi, quando essendo la resistenza R, Fig. 40. attaccata alla forma, un de' capi della corda s' attiene a punto fisso *a*, o *g*, mentre l'altro è tirato o sostenuto dalla potenza P, o *d*. Ed allora le direzioni della potenza e della resistenza son parallele fra esse come *c* I, *d* E, od elleno sono inclinate l'una all' altra, come P *k*, *c k*.

Nel primo caso, la potenza porta sol la metà del peso della resistenza ; nel secondo, lo sforzo della potenza si diminuisce, ed il punto d' appoggio si dirige al punto di concorso delle direzioni della potenza e della resistenza, cioè, in *k*.

XIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

AB, *Fig.* 41. sono due piccioli spiedi lunghi di tre oncie o pollici, che scorrono in due canaletti aperti da banda a banda, fatti a bello studio nelle due braccia del sostegno G, il primo serve di punto fisso a una cordicella che abbraccia una carrucola caricata d'un peso D, e l' altro capo della quale s' attacca al braccio di

una

una bilancia, da cui s'è tolto via un piatello, e che si è posta in bilico con sè medesima, per mezzo d'un picciolo peso attaccato in H; e questa bilancia è sospesa all' altro spiedo B.

Mettonsi da prima i due piccioli spiedi in tal distanza l'un dall'altro, che i due capi della corda venendo dalla carrucola sieno paralleli fra essi.

Poscia separando i due spiedi, si fan prendere ai due capi della corda, direzioni inclinate per verso contrario: e nell'uno e nell'altro caso si carica il piattello della bilancia, quanto occorre; perchè la sprangbetta stiasi in situazione orizontale.

EFFETTI.

La carrucola ed il suo peso D, pesando insieme 9. oncie, ne abbisognano sol 4 nel piattello della bilancia per far equilibrio, quando i due capi della corda sono paralleli fra loro, e in una direzione verticale; ma quando sono inclinati come P *l*, *g m*, della *Fig.* 40. bisogna caricare di più il piattello della bilancia, per tenerla in equilibrio.

SPIEGAZIONI.

Considerando il braccio H della bilancia, come la potenza che sostiene la carrucola ed il suo carico, dopo che l'altra estremità della corda è fissata in A, il peso che si mette nel piatto pendente, esprime senza equivoco lo sforzo che si fa sopra la potenza, quando tutto è in equilibrio. Ora si vede dagli effetti risultanti, la prova di quello abbiamo affermato di sopra, cioè, 1. che essendo perallele le direzioni delle forze opposte, la potenza sostiene sol la metà dello

sfor-

sforzo della resistenza ; imperocchè nel primo caso , ove le due estremità o capi della corda sono paralleli fra essi , *c i* (*Fig.* 42.) , direzione della resistenza , è altresì parallela a *d e* , ch'è quella della potenza , e 4 oncie nel piattello della bilancia ne sostengon 8 in D. 2. Che non essendo più parallele le direzioni delle forze opposte , la potenza non è più eguale alla metà dello sforzo della resistenza , e che la direzione del punto d'appoggio passa al punto di concorso delle altre due direzioni ; imperocchè nel secondo caso dell'esperienza , dove l'azione della potenza è obliqua , come P *k* , 4 oncie nel piattello della bilancia, non bastano più per fare equilibrio , e l'angolo *g k c* , è eguale a quello dell'altra parte P *k c* .

Quando i due capi della corda sono paralleli come *a b* , *d e* , si può considerarli come stando attaccati alle due estremità del diametro *b e* ; quando sono obliqui come P *l*, *g m* si può concepirli come attenentisi ai punti di tangenza *l*, *m* : ma le due linee *e b*, *l m*, sono due leve del secondo genere , spartite l'una e l'altra in due braccia eguali per la direzione *c i* della resistenza ; la cordicella sospesa in *a* o in *g* trasportando il punto fisso in *b* od in *m* , vedesi tutt'ad un tratto, che la potenza applicata in *e* od in *l*, adopera sempre ad una distanza *e b*, od *l m*, dal punto d'appoggio , doppia di quella della resistenza posta in *c* od in *i* . Ora secondo quel che abbiamo investigato intorno alla leva , 4 oncie ad una distanza doppia dal punto d'appoggio , sono capaci di sostenerne 8.

Ma quando la potenza dirigesi obliquamente ella

ella non basta più ai medesimi effetti di prima; perchè la direzione perpendicolare al braccio della leva, è, come l'abbiam mostrato, la più vantaggiosa di tutte, per conseguenza lo sono meno tutte l'altre. E' vero che P l è perpendicolare al raggio lc; ma questo raggio per cui si può concepire che la potenza adoperi, è obliquo a ci, direzione della resistenza, lo che coincide allo stesso.

Finalmente il punto d'appoggio dirige il suo sforzo per gm, quando la potenza s'inclina come P l; perchè nell' i stante di questa inclinazione la carrucola non essendo sostenuta dalla parte della potenza, gira e scorre, fin a tanto che sostenuta sia egualmente da una parte e dall'altra, lo che non succede se non quando l'angolo gkc è eguale a quello dell'altra parte Pkc.

Applicazioni.

Poichè quando s'è fissata la corda della carrucola in A, Fig. 41. non occorre più in H, se non una forza di 4 oncie per sostenerne un' altra di 8 in D; e poichè una forza di 4. oncie, è sempre la stessa; o adoperi ella da su in giù, ovver si faccia il suo sforzo da su in giù per mezzo d'una bilancia; si può dunque sostituire alla stanghetta di bilancia H K, un'altra carrucola L, od l, Fig. 42. che farà, come quella, l'ufizio d'una leva del primo genere, e non vi farà mai da sostenere in M od in m, fuorchè uno sforzo di 4 oncie.

Se per resistere a questo sforzo di 4 oncie, si prolunghi la corda da N in N, Fig. 43. e si faccia ella passare sotto una terza carrucola N O, questa, simile alla prima, diventerà una leva

del

del secondo genere, in cui la potenza O, una volta più lungi dal punto d'appoggio N, che la resistenza che preme su l'asse, averà sol bisogno d'una forza assoluta, che sia metà della sua; non sarà dunque d'uopo se non d'uno sforzo di 2 oncie da giù in sù; e se riesce più innaconcio il tirare da su in giù, una quarta carrucola darà tale direzione, come la seconda.

La seconda e la quarta carrucola, che servono di rimando per cangiar la direzione, possono esser collocate in una medesima forma od incastro; e se questa forma è ficcata e salda nella sommità, la sua parte inferiore può servire ella stessa di punto fisso al primo capo della corda, che abbiamo supposto essere attaccata in F.

Questa maniera di collocare così in una medesima forma molte carrucole, o parallelamente fra esse, o le une al di sopra dell'altre, è nota già da lungo tempo sotto'l nome di *taglia* o coperchio, ovvero di *carrucole coperchiate*. Queste macchine sono in grand'uso per innalzare grevi masse, e sono assai comode, perciocchè occupano poco luogo, e si può senza imbarazzo aumentare a piacere l'azione d'una medesima potenza; ma ciò non si fa, come in tutte l'altre macchine se non a costo d'una maggiore velocità della potenza; imperocchè, se la carrucola, ch'è caricata della resistenza, *Fig.* 40., si solleva sino alla linea *da*, è evidente che la potenza che produce quest'effetto, percorre due volte altrettanto di strada nel tempo medesimo, poichè le due parti *ab*, e *de*, della corda per cui adopera, devono trovarsi al di sopra della linea, *da*: quando il centro della carrucola vi sarà giunto, ora

ora queste due lunghezze ab, de pareggiano due volte l'altezza cb.

L'avantaggio che le taglie, o carrucole coperchiate danno alla potenza, non può essere accresciuto all'infinito; una volta che le forme o coperchi contengono una certa quantità di carrucole, gli attriti inevitabili cagionano in appresso un calo notabile nel prodotto delle forze motrici, il quale supera quanto guadagnar si potrebbe, aumentando ancora il numero delle carrucole.

Devonsi disporre in sì fatta guisa le taglie, o carrucole coperchiate, che le direzioni delle corde trovinsi parallele più che sia possibile; imperocchè abbiam fatto vedere, che le potenze che adoperano obliquamente, hanno meno di forze, (*ceteris paribus*.)

Delle Ruote.

Una *Ruota* è, come la carrucola, un corpo rotondo, ordinariamente piatto, e mobile sul suo centro: la circonferenza, in luogo d'essere scavata a gola, riceve il moto che le si comunica, o trasmette quello che ha ricevuto, col mezzo del suo attrito, o di certe parti sporgenti che vi si riservano, o che vi si aggiungono, e che nomansi *denti* e *caviglie* o *palette*.

Le ruote si muovono in due guise; o girano sempre nel medesimo luogo, con un asse ch'è attaccato al loro centro, ed i cui perni girano dentro fori che servon d'appoggio, come si vede negli oriuoli, ne' menarrosti, mulini ec. oppure girando su la propria circonferenza, portano il loro centro, e l'asse che l'attraversa, in

una direzione parallela al piano od al terreno ch' elleno percorrono: tali son quelle che si pongono alle carozze ed all' altre vetture.

Le ruote, che hanno una sola spezie di moto, gli assi delle quali non fan che girare, debbono essere considerate come leve del primo genere, che servono egualmente che la carrucola, a cambiar la direzione del moto, a trasmetterlo in lontano, a pareggiare potenze molto differenti l' una dall' altra, ed aumentare la velocità nell' una delle due.

1. I due denti A, B *Fig.* 44. possono esser presi per le estremità d' una leva spartita in due braccia eguali dal punto fisso o centro di moto C; e se si ponga sul medesimo asse un' altra ruota una volta più picciola, quella delle due potenze che agisce col dente *a*, essendo una volta più da presso al centro che l' altra, diventa per questa ragione una volta più debole. Si può dunque per tal mezzo eguagliare la forza d' una lira a quella di due.

2. Si avrebbe ancora il medesimo effetto, se la picciola ruota, in vece d' essere immediatamente applicata su la grande, fosse dall' altro capo dell' asse; in questa maniera il moto della ruota grande H Fig. 45. si può trasmettere ad una grande distanza, mercè della piccola ruota, o rocchello D, che s' attiene all' istesso fusolo, o tronco.

3. Se quest' ultimo rocchello s' incastra in un' altra ruota E, che abbia de' denti paralleli al suo asse, il moto che gli sarà trasmesso, muterà direzione e diventerà orizzontale, di verticale ch' egli era.

4. Fi-

4. Finalmente, se la ruota E ha quattro volte più di denti, che il rocchello D, non potendo questo muoversi senza la ruota verticale H., bisogna che l'una e l'altra facciano quattro giri, per far girare una volta la ruota orizontale E, e reciprocamente se si gira una volta questa, si faran girare quattro volte, il rocchello, il fusolo, e la ruota verticale. Se si supponga pertanto in ciascheduna delle due ruote grandi una manetta, od ansa F, o G, condotta da un uomo, che le faccia fare un giro in un secondo; il moto averà quattro volte più di velocità quando ei farà girare la manetta P, che quando si applicherà la medesima potenza in G.

In quanto poi alle ruote, che hanno due sorte di moto, come quelle de' carri, il centro delle quali s'avanza in linea retta, nel mentre che l'altre parti girano attorno di esso; debbonsi per lo più considerare, come una leva del secondo genere, che replicasi tante volte, quante si ponno immaginar punti nella circonferenza. Imperocchè ciascuno di questi punti è l'estremità d'un raggio appoggiato da una parte sul terreno, e l'altro capo del quale caricato dell'asse che porta la vettura, è nel medesimo tempo tirato dalla potenza che la guida o trascina; di maniera che se il piano fosse perfettamente eguale ed a livello, se la circonferenza delle ruote fosse ben rotonda e senza ineguaglianze; se non vi fosse alcun attrito dell'asse ne' mozzi, e se la direzione della potenza fosse sempre applicata parallelamente al piano, una piccola forza menerebbe una carretta pesantissima. Imperocchè la resistenza che vien dal suo peso, riposa intiera-

mente sopra il terreno per mezzo del raggio C M, Fig. 46. o d'un raggio simile, che gli succede un momento dopo.

Ma di tutte le condizioni, che pur ora abbiam supposte, ed il concorso delle quali sarebbe necessario per produrre un tal effetto, appena se n'incontra qualcheduna nell'uso ordinario.

Le ruote delle carrette sono ritondate grossolanamente, e guernite di grossi chiodi; le strade sono ineguali per se stesse, o lo diventano per il peso della vettura che le profonda. Queste inegualità, sì delle ruote, come del terreno fanno, che s'appoggi la ruota con un raggio C Q, ovver C N, obliquo alla direzione della potenza P C, od a quella della resistenza C M: il peso che sta in C pesa dunque in parte contro la potenza, che non lo può far avanzare, se non facendolo salire tanto, quanto il punto Q o N è al di sopra di M.

Oltre di che, quand' anche le circonferenze scorressero sopra superfizie perfettamente eguali e dritte indispensabilmente dall'asse ai mozzi si fa un attrito di per se stesso e per lo più notabile, siccome abbiamo osservato nella terza Lezione, (Tomo I. pag. 146.)

Le cavità, e le altezze, che s'incontrano nelle strade, mutano parimenti la direzione della potenza. Un cavallo posto più alto o più basso per la disposizion del terreno, in vece di fare il suo sforzo per la linea C P *Fig.* 46. parallela alla porzione del piano, che attualmente porta le ruote, lo fa bene spesso per C S, o C R, cioè obliquamente alla direzione C M della

la resistenza, e conseguentemente con dello svantaggio.

Ma se non è possibile superare assolutamente tutte queste difficoltà, si può almeno in parte prevenirle con impiegare delle ruote grandi; imperocchè è certo, che le piccole ruote s'impigliano più che le grandi, nelle ineguaglianze del terreno, come veder si può dalla *Fig.* 47. e perchè la circonferenza d' una gran ruota, misura nel correre più strada, che quella d' una piccola; ella gira men presto, o fa un più piccolo numero di giri per correre un dato spazio, lo che risparmia in parte degli attriti.

Per ruote grandi noi intendiamo quelle che hanno cinque o sei piedi di diametro: in questa grandezza elleno hanno ancor l'avantaggio di avere il loro centro appresso a poco all' altezza del tiro d' un cavallo; con che il suo sforzo si mette in una direzione perpendicolare al raggio che posa verticalmente sul terreno, cioè, nella direzione la più favorevole, almeno ne' casi più ordinarj.

Del Torno o Martinello, e dell' Arganello.

L'inspezione sola delle *Figure* 48. e 49. basta per far conoscere, che queste due macchine, a parlar propriamente, sono la medesima con nomi differenti; secondo le differenti posizioni; nelle quali s'adopera. Quando il rotolo, o cilindro A B, a cui s'avolge la corda, e che è la parte principale, trovasi collocato orizontalmente, la macchina si chiama *Torno* o *Martinello*; chiamasi poi *Arganello*, quando cotesto ruotolo, o legno bislungo e rotondo sia verticale.

Queste due macchine sono frequentemente usate ne' pozzi, nelle cave di pietra, nelle fabbriche per alzar sù gran sassi, ed altri materiali; sopra le Navi e nei Porti, per levar l'ancore ec. E se vi porrem mente, lo troveremo in piccolo in altri infiniti luoghi, dove non son differenti, se non per la foggia, o per la materia onde sono costrutte: I *tamburri*, i *rocchetti*, e le *lumache*, alle quali s' avvolgono le corde o le catene, per rimontare i pesi o le molle degli orologi, de' penduli, ec. debbono considerarsi come tanti piccoli torni, ovvero arganelli.

Quello che abbiam detto delle carrucole e delle ruote, comprende il più importante da sapersi circa il Torno; imperocchè se si considera il fusolo che gira, come una fila o serie di carrucole, infilzate sul medesimo asse, se consideransi le leve a croce, che servono a metterlo in moto, come raggi prolungati, della prima di queste carrucole; finalmente se si bada, che quando l'asse gira, tutto quello che fa corpo con lui partecipa del suo moto; vedesi tosto, che questa macchina fa l'uficio d'una leva senza fine, del primo o del secondo genere, che ha due braccia ineguali, contando dal punto fisso h; cioè il semidiametro del cilindro $g\ h$, Fig. 50. con cui adopera la resistenza, ed un altro raggio $b\,k$ del medesimo cilindro prolungato da una delle leve che formano la croce, e con cui la potenza fa il suo sforzo.

La potenza P o p è dunque alla resistenza G, come la lunghezza Ph, o $p\,b$ è a $g\ h$ o $k\ h$; vale a dire, che se ciascuna della leve incrociate, contando dal centro del cilindro, è quattro vol-

te

te più lunga che il semidiametro *g h*, un peso di 400. lire, attaccato alla corda G g, può essere sostenuto da uno sforzo equivalente a 100 lire, che resisterebbe in P.

Ma se non vi avesse fuorchè uno sforzo di 100. da impiegare in simil maniera contro 400. allorchè la leva P. venisse a girare, la potenza prenderebbe una direzione svantaggiosa, e non basterebbe più, come l'abbiamo spiegato parlando de' manichi da giravolta; oltre di che, se queste leve incrociate fossero molto lunghe, un uomo non potrebbe facilmente lasciar l' una per afferrar l'altra; e perciò nelle cave di pietra, nelle miniere, e nelle macchine simili agli organi da levar pietre nelle fabbriche, ove il torno o cilindro orizontale s'adopera in grande le leve incrocciate mettono capo ad una circonferenza, e formano una gran ruota, guernita di caviglie, come T T. *Fig.* 51. Con questo mezzo la forza degli uomini, sempre applicata ad una medesima distanza dal centro di moto, agisce uniformemente, e molti lavorar possono nel tempo medesimo da un medesimo raggio, senza reciprocamente incomodarsi.

Se la corda, dopo d'avere avvolto il cilindro, o torno in tutta la sua lunghezza, ritornasse sopra se medesima per avvolgerlo una seconda, o una terza fiata, come accade quando si adopera il torno per alzar pesi ad una grande altezza, conviene aver riguardo all' accrescimento del diametro del torno; imperocchè essendo il suo raggio la leva della resistenza, quando il diametro della corda è aggiunto una o due volte alla lunghezza di questo raggio, lo sforzo del

peso da sollevarsi, trovasi più lontano dall'asse ò punto d'appoggio, con che altrettanto detto sforzo s'aumenta.

II. SEZIONE.

Del Piano inclinato.

TRattando noi della Gravità nella VI. Lezione (Tom. II.) abbiam data la definizione del piano inclinato; e mostrato abbiamo, come, e con quai proporzioni egli ritarda la discesa de' corpi gravi. Supponeremo dunque, come verità provata, che una massa che scorre o sdrucciola dall'alto al basso lungo un piano inclinato, è in parte sostenuta da questo piano, e tanto più, quanto l'inclinazione è maggiore.

Segue da questo principio, che una potenza applicata a sostenere un corpo sopra un piano inclinato, non ha bisogno d'essere eguale al peso di questo corpo: e non essendo altro un peso, se non se una forza, la cui direzione è determinata, si può dire più generalmente, che una potenza (qual si voglia) la quale ha da seguitare un piano inclinato alla sua direzione, può essere pareggiata o vinta da un' altra potenza più debole.

Ma poichè un piano fa ostacolo alla discesa d'un corpo per esser obliquo alla direzione della gravità, deesi presumere, ch'egli indebolirà parimenti ogni altra potenza, la cui direzione sarà obliqua alla sua; ed in fatti l'esperienza prova. 1. Che una piccola forza ne sostiene una maggiore sopra un piano inclinato; 2. Che una piccola forza impiegata contro una maggiore, non ado-

adopera mai con tanto vantaggio, quanto allorchè la sua direzione è parallela al piano inclinato, per lo quale ella fa il suo sforzo.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina ch'è rappresentata dalla *Figura prima* è composta d'una tavoletta A C lunga circa 15. pollici, e larga tre o quattro; ell'è congiunta, con doppione o cerniera in C, ad un' altra tavoletta, nella estremità della quale è fissato un quarto di circolo, che serve a regolare e determinar la sua inclinazione: D è un cilindro di legno duro, che pesa 5 o 6 oncie, e che gira liberissimamente sopra il suo asse in una spezie di forma di metallo sostenuta da due cordicelle, le quali passano sopra due carrucole di rimando *e*, *e*, e dalle quali ne' capi stan pendenti due pesi *d*, *d*, di 2. oncie cadauno. Le due piccole carrucole sono portate da un pezzo di metallo, il quale collocar si può in diversi luoghi sul quarto di circolo.

Inclinasi il piano A C un poco più che 45 gradi; collocasi il cilindro D nella sua parte inferiore, e si mettono le carrucole di rimando in foggia tale, che le cordicelle che tirano il cilindro, sieno parallele al piano inclinato; e lascians si operare i due pesi, *d*, *d*.

Quindi si ripete la medesima cosa, eccetto soltanto, che le carrucole di rimando pongonsi in E od in F, affinchè le loro direzioni si trovino al di sopra o al di sotto del piano inclinato, e facciano un angolo con esso, come A D F, o A D E.

EFFETTI.

Essendo le cordicelle in una direzione parallela al piano inclinato, i due pesi che pesano insieme 4 oncie, cominciano a traportare il cilindro che ne pesa in circa 6. Ma quando si son poste le carrucole in F ed in E, questi medesimi pesi non bastano per far ascendere, e nè anco per fermare esso cilindro. Il medesimo effetto succede, se invece di mutare di luogo le carrucole, s'inclini più o meno il piano A C.

SPIEGAZIONI.

Il cilindro della nostra esperienza è un corpo grave, che naturalmente è determtnato a moversi dall'alto all'ingiù, e perpendicolarmente al piano dell'orizonte: due cagioni concorrono a fermarlo, la prima è la resistenza del piano inclinato, sul quale egli posa; la seconda è lo sforzo dei due pesi *d*, *d*, Se quest'ultima causa opprasse sola, bisognerebbe che la somma dei due pesi fosse eguale alla massa del cilindro; s'è veduto dagli effetti dell'esperienze, che 4 oncie ne sostengono 4 o 6, per mezzo del piano inclinato, dunque è indnbitabile, che in simil caso una piccola forza ne può sostenere una più grande.

Per render ragione di quest' effetto supponiamo che la linea *ac*, Fig. 2. sia il piano inclinato, che il circolo *dfg* sia la base del cilindro, che tutto il peso di questo corpo risieda nel centro *k*, e stia in equilibrio con una potenza, la cui direzione è *kp*, mentre il suo peso lo sollecita a discendere per la linea *kb*, perpendicolare all' orizonte *bc*. Ecco dunque due forze applicate all'estremità *k*, d'un medesimo raggio e le-

leva, l'altra di cui estremità d è appoggiata sul piano; ma l'una delle due forze fa con questa leva un angolo retto pkd, la sua azione è nella direzion più vantaggiosa, ch' ella esser possa; l'altra al contrario agisce per una linea inclinata a questa medesima leva, e fa con essa un angolo acuto dkb, il che la riduce alla lunghezza de, secondo quello che abbiamo insegnato nella Sezione precedente; così, essendo de più corto che dk, si può dire, che il peso del cilindro di tanto appunto cede alla potenza p: e per ridur ciò ad una regola generale, si dee por mente, che il triangolo dke è simile a quello che rappresenta il piano inclinato abc, e che le due linee $de\,dk$, per conseguenza hanno il medesimo rapporto fra esse che hanno ab ed ac; dal che segue questa proposizione, che *il peso del mobile è alla potenza che lo sostiene, come l'altezza del piano inclinato è alla sua lunghezza*; vale a dire, che se la linea ab, altezza del piano, è alla linea ac, che n'esprime la lunghezza, nella relazione di 2 a 3, con uno sforzo di 2 oncie si può sostenere un peso di 3 oncie, posto sopra un piano inclinato.

Ma essendo che la potenza non ha tal vantaggio sopra la resistenza, se non in conseguenza d'una direzione più favorevole al suo sforzo, ne debbe aver meno quand'ella cessa d'agire parallelamente al piano; imperocchè in tutt'altra posizione, ell'è inclinata al raggio dk. Il piano inclinato non è favorevole alla potenza, se non perchè sostiene in parte il peso del mobile. Quando questa potenza agisce al di sopra del piano come Ki, non lascia portare al piano tutto quel-

lo

lo ch' ei potrebbe portare; e se da esso si allontana fin a tirar direttameute il peso secondo la linea K l, è evidente che allora il piano non è più caricato di nulla, e che lo sforzo della potenza debb' essere eguale al peso del mobile per sostenerlo. Quand' ella adopera al di sotto del piano, come K m, una parte della sua forza si spende a vuoto contro il piano; e ognun capisce, che s' ella si abbassasse fino a prender la direzione K n, la resistenza del piano diventando diretta, l'impedirebbe dall' avere alcuna azione contro il peso del mobile.

L'esperienza che abbiamo quì dianzi spiegata, fa vedere non solamente che si può trar vantaggio dai piani inclinati per vincere resistenze, ò per sostenere grandi pesi con forze men grandi delle necessarie per fermar essi pesi, o per sollevarli in una direzione verticale; ma fa altresì conoscere, che un mobile il cui centro di gravità non è sostenuto, dee sempre cadere, quantunque nel resto egli posi. Imperocchè non basta che il cilindro sia dirizzato e fermo al punto d sul piano; (Fig 2.) se vi fosse lo sforzo della potenza p, egli rotolerebbe dall' alto al basso; perchè il centro della sua gravità che adopera nella direzione k b, non è sostenuto.

In tal guisa si può render ragione di un' infinità d' effetti, che arrecano maraviglia, e che si stenta a spiegare, quando s' ignora, o non si pon mente a questo principio. La figura 3. per esempio, rappresenta un solido A, composto di due coni, congiunti nelle loro basi: si posa questo corpo sopra due regole BC, DC, che

san-

fanno insieme un angolo acuto, e che sono più sollevate nell' altra estremità B, D, di maniera che egli è come sopra un piano inclinato; allorchè egli si lascia libero, ascende rotolando, e seguita in apparenza una strada affatto contraria a quella che sogliono tutti i corpi gravi tenere.

Quest' effetto nasce, dal non essere sostenuto il centro di gravità del corpo A; perocchè quando è posto in C, vi resterebbe in quiete, se si reggesse sopra un raggio *a e* perpendicolare al piano orizontale *e f*, *Fig.* 4. Ma comechè le due regole fanno un angolo, elleno toccano questo doppio cono per punti che sono più rimoti come *g*: perciò il centro di gravità ch' è in *a*, dà in falso, ed il corpo intiero comincia a scorrere da C verso B. Secondo ch' egli s' avanza in tal direzione, le due regole essendo sempre più divaricate e separate, il mobile discende d' una quantità eguale al semidiametro *a e*, più grande che l' altezza *f* B, alla quale pare essersi alzato; ed il punto *a*, in riguardo all' orizonte discende realmente la quantità *b* B.

Se i corpi cadono ogni volta che il centro di gravità non è sostenuto, è vero dire parimenti, ch' e' non cadono mai, finchè questo medesimo centro è appoggiato; per questo vedonsi tanti edifizj, che hanno perduto la loro direzione a piombo, e che nullostante reggono; e certe opere fatte a bello studio sporgenti, che pur hanno la sodezza lor necessaria.

A prima giunta crederebbe forse taluno, che un ballerino da corda faccia tante e sì varie gesticulazioni colle sue braccia per darsi certo buon gar-

garbo; ma la vera ragione si è, che caminando egli sopra un piano mobilissimo, che continuamente s'inclina, e in diverse guise, sott'a suoi passi; quand' ei s' accorge che il centro del suo peso non è sostenuto, lo richiama nella linea di direzione, alungando le braccia dal lato opposto, come una leva, il di cui peso è tanto più forzoso, quanto son più lontane le sue parti dal centro del loro moto: e quand' egli non è per anche esercitato e pratico abbastanza nell' arte sua, adopera a tal effetto un contrapeso, cui allunga o sporge a dritta od a sinistra secondo il bisogno.

I fanciulli che cominciano a camminare, che non hanno ancora acquistato l' uso di dirigere i loro corpi relativamente ai diversi piani, sopra i quali passano, schivano col moto delle lor braccia, parte di quelle cadute, alle quali gli espone di continuo un' andatura non ben per anche salda e misurata.

Perchè le persone che hanno uno sterminato ventre si piegano indietro? Perchè senza il corpo così atteggiato, il centro di gravità pochissimo sostenuto, porrebbeli in rischio di cadere colla faccia ingiù. Un facchino all' incontro, che porta un grosso peso su la schiena, curvasi innanzi, perchè il suo carico e lui fanno un centro di gravità comune, che per lo più si trova situato fuori di colui, che il porta, e che non si reggerebbe, nè sarebbe sostenuto, se egli camminasse dritto. Bisogna dunque necessariamente, che si pieghi, fin tanto che cotesto centro si trovi in una linea verticale che passa tra i suoi due piedi.

Quan-

Quando un vuole ſtar dritto e fermo ſopra una gamba, dee fare un moto di fianco, affine di mettere il corpo perpendicolarmente ſopra quel dei due piedi, che dee ſoſtenerlo; ſe un altro vuole abbaſsarſi, portando innanzi la teſta, biſogna neceſsariamente, ch'ei porti indietro la parte oppoſta, per mantenere tra l'una e l'altra l'equilibrio; ed ecco perchè non ſi può nè ſtar ritto ſopra un piede, nè raccor nulla davanti a sè, abbaſsandoſi, quando ſi ha immediatamente a fianco, e dietro di sè, un numero che impediſca i movimenti che è d'uopo fare per mantener il centro di gravità nella linea di direzione, che paſsa al punto d'appoggio.

DELLE MACCHINE.

Le quali ſono composte di piani inclinati.

TRA le macchine, che adoperano come piani inclinati, le più ſemplici, e quelle di uſo più comune, ſono le *Biette*, o Conj, e le *Viti*, o Chiocciole; a queſte due ſpezie io mi riſtrignerò; ed eſaminando le loro principali proprietà, ne additerò alcune altre, che a quelle riferir ſi poſsono.

Del Cuneo.

Comunemente ſi dà il nome *Cuneo*, o *Conio* ad un corpo duro, compoſto di tre piani, che terminano due triangoli, come D A C, Fig. 5. i due più lunghi di queſti piani formano un angolo nella linea A *a*, che chiamaſi la *Punta*, o il *Tagliente*; il più piccolo D *c*, che determina il loro diſcoſtamento, ſi nomina la *Baſe*, o la *Teſta*, e l' altezza miſuraſi dalla linea A B, che ſi reputa come *aſſe* del Conio. Si

Si adopera d'ordinario questa macchina, per fendere, sollevare, o premere e strignere qualche materia, e per meterla in opra, ci serviamo della pressione d' un peso, e più comunemente ancora, dell' urto o percossa d' un corpo duro, che facciam muovere con una certa velocità, come un martello, un maglio, ec.

Il più delle volte, la resistenza che s' ha a vincere col conio, proviene dalla tenacità delle parti che s' hanno da disunire, e spaccare; questa aderescenza, che varia all' infinito, secondo la natura de' corpi la loro grandezza, la loro figura, e molt' altre circostanze, non può calcolarsi che con somma difficoltà; da un altro canto, la percussione che impiegasi per far oprare il conio, è una forza, ch' è difficile paragonare senza errore a quella d' una mera pressione; perchè il prodotto del suo sforzo non dipende solamente dalla quantità del moto nel corpo che percuote, ma ancor dalla natura del corpo percosso, dalla maniera ond' egli riceve il colpo, e da molt' altre cagioni, che influiscono spessissimo più o meno di quel, che s' avrebbe creduto. Io lascerò dunque da parte tutte queste considerazioni, come estranee al mio oggetto presente; e per ristrignermi precisamente nelle proprietà del Conio, verrò supponendo alcune potenze, delle quali si conosce la forza assoluta; *ef. gr.* de' pesi o delle molle d' una determinata forza, affine di non aver più da considerare fuorchè i rapporti e le ragioni mutue, che prendon la potenza e la resistenza per la sola interposizione del conio.

Considerando le differenti maniere onde il conio

miò può adoperare, ne concepisco principalmente due, alle quali parmi potersi ridurre tutte l' altre con qualche modificazione. Primieramente Immagino due corpi A, B, Fig. 6. appoggiati sovra un piano ben solido, sul quale non possano se non sdrucciolare, o rotolare nelle direzioni CD, CD; suppongo altresì, che una forza determinata, come di 10. lire, per esempio, applicata in E., s' opponga a questo moto: se farò discendere tra i due corpi il conio EGH da tutta la sua altezza, egli è certo che alla fine di questa azione i due mobili A, B saranno separati l' un dall' altro tutta la larghezza della base FH. Ben si capisce altresì che lo sarebbono più o meno, se io impiegassi un altro conio, il cui angolo fosse più o meno aperto, come *i m* G, oppur *l n* G; ma per trasportare così due masse che resistono, abbisogna della forza, e convien impiegarne d' avantaggio, quando trasportansi ad una distanza più grande in un tempo determinato.

Secondariamente, io mi figuro un conio che fa sforzo per vieppiù scostare e separare le due parti d' un pezzo di tronco, già un poc' aperto Fig. 7. nel mentre ch' elleno resistono a tale disgiungimento mercè la connessione, e legatura delle fibre, che sono ancora unite al di sotto dell' angolo *p*. Concepisco dall' una le due linee *sp*, *pq*, e dall' altra parte, *tp*, *tr*, come due leve angolari, le cui braccia *pr*, *pq*, sono legate insieme per mezzo di fila egualmente distanti l' uno dall' altro; il conio adoperando in *t*, ed in *s*, fa dunque il suo sforzo con le due braccia *tp*, *sp*, contro il primo legame, ch' è nell' angolo *p*,

mentre le altre due braccia s' appoggiano mutuamente l'un contro l'altro al di sotto. Se questo legame è inflessibile, e se non può cedere senza rompersi, lo sforzo del conio produrrà quest' effetto, se un po' poco eccede la forza di cotesto filo; e una volta che rotto egli sia, quello che gli siegue immediatamente, tuttochè egualmente forte, romperassi con maggiore facilità per la medesima azione del conio, perchè allora la leva della potenza dee sempre andar crescendo. E per qual altra cagione, se non per questa, i legni duri e secchi, le pietre, il vetro, e generalmente tutte le materie, delle quali son molte rigide, e dure le parti, si frangono per scheggie, e si fendono molto facilmente, dacchè si ha cominciato ad intaccarle. Così del tutto non sarebbe già, se questi legami ch' io suppongo, fossero flessibili, perchè venendo i primi a cadere un poco, lascerebbono portare agli altri lo sforzo del conio, e la medesima forza non basterebbe per romperli affatto.

Segua o in una maniera o nell' altra l'azione nel conio, manifesto è sempre, 1. che si può servirsene utilmente per vincer grandi resistenze: 2. Che la sua azione tanto più diventa poderosa, quant' egli è più acuto. L'Esperienza, confermando queste due proposizioni, ci darà adito a determinare la ragione mutua delle potenze, che adoperano l'una contro l'altra col mezzo di questa macchina.

II.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

I due piani A C , B C , *Fig.* 8. formano le due facce d'un conio , che può diventar più o meno acuto, col mezzo d'un doppione , o ganghero nel punto C , e di due madreviti E, F , che fermano l'altre due estremità nella regola G H . Per tale effetto quest'ultimo pezzo debb' essere forato e trapassato da banda a banda con una spezie di canaletto, in cui si fa scorrere due orecchioni a vite , che si sono aggiunti ai capi dei due piani . D I è un telaro collocato orizontalmente sopra due stanti che terminano in una tavoletta la qual serve loro di piede. Due cilindretti *m* , *n* , girano dentro piccole forme , che sdrucciolano con molta facilità sopra due fila di metallo ; tese da un capo all'altro del telaro . Da questa disposizione si vede ; che i cilindri non possono essere l'un dall'altro separati e disgiunti , se non per una forza capace di sollevare il peso *p* , e che il conio A B C oprando contr' essi col suo proprio peso , o con quello che se gli aggiugne , è facile paragonare lo sforzo della potenza con quello della resistenza .

Essendo il peso *p* di due lire, rendasi il conio talmente acuto , che il proprio peso basti per separare i cilindri ; quindi si apra in maniera che la sua base A B sia eguale all'altezza K C.

EFFETTI.

1. Quando il conio è bastevolmente acuto , quantunque non pesi se non 12 oncie , il suo sforzo diventa sufficiente per scostare i cilindri .

2. Quando la sua altezza eguaglia due volte

la larghezza della sua base, egli separa nè più nè meno i cilindri, se si aggiunga un poco più di 4. oncie al suo peso: vale a dire, che con uno sforzo d'una lira egli fa equilibrio ad una forza ch'è doppia.

SPIEGAZIONI.

Se il peso *p*, della nostra esperienza, fosse spartito in altri due d'una lira ciascuno, come *p*, *r*, *Fig.* 9. e i due cilindri, *m*, *n*, non potessero disgiungersi l'un dall'altro, senza far ascendere altrettanto questi due pesi; è certo, che senza l'intermezzo della macchina, sarebbe d'uopo d'una massa eguale a due lire per far loro equilibrio, ed un poco più per farli ascendere: ora vediamo che per lo mezzo d'un conio, 12 oncie li trasportano: vediamo pure che n'abbisogna un po' più di 16 per fare l'istesso effetto quando il conio diventa meno acuto: le nostre due proposizioni sono dunque provate; resta ora da spiegare il fatto.

La forza d'un corpo che si muove, o che tende a muoversi, viene dalla sua massa e dal grado di velocità ch'egli ha o ch'egli avrebbe, se il moto seguisse. Ora il conio *a b c* non può discendere da tutta la sua altezza, senza che i cilindri percorrano nello stesso tempo i due spazj *c l*, *c i*, e senza che per conseguenza i due pesi *p*, *r* facciano altrettanta strada ascendendo; ma questi due spazj ch'eguagliano insieme la base *a b*, non sono se non la metà dell'altezza del conio, di maniera che un peso posto in *k* fa nel medesimo tempo due volte tanta strada discendendo, che li pesi *p*, *r*, ne fanno ascendendo, così nel caso dell'equilibrio il peso *k* debb'essere alla somma de-

degli altri due in ragione reciproca delle velocità, cioè, una lira contro due quando la linea *k c* è doppia della linea *a b*: dal che segue questa proposizione generale, *la potenza è alla resistenza, nel caso d'equilibrio, come la base del conio è alla sua altezza*; lo che tuttavolta non segue rigorosamente; se non quando le forze opposte possono essere comparate a pesi, come nella precedente esperienza.

APPLICAZIONI.

Gli usi del conio non sono limitati allo spaccar de' legni o delle pietre, e la sua forma non è sempre quella d'un pezzo di ferro, rozzamente aggnzzato, che cacciasi a martellate; si può dire in generale, che tutti gli stromenti che tagliano, di qualunque natura sieno, la zappa, la scure, la forbice, lo scalpellino, la scobbia ec. la lancetta e lo scalpro del Chirurgo, il coltello, ed il rasojo, stromenti sì ordinarj, sono altrettanti conj, l'angolo de' quali, la grandezza, la figura, la durezza, sono proporzionate alla qualità delle materie, sopra le quali oprar debbono, ed all'azione del motore che dee regolare il loro sforzo. Questa osservazione presentasi da se stessa, quando si pon mente, che tutti questi ordigni hanno essenzialmente due superficie più o meno inclinate l'una all'altra, e che formano sempre, nel sito della lor congiunzione, un angolo più o meno acuto.

Essendo l'angolo la parte essenziale del conio, non è necessario, che sia formato col concorso di due soli piani; i chiodi che han quattro facce terminanti in una medesima ponta, i punteruoli rotondi, le spille, gli aghi ec. la superficie de'

quali può essere considerata, come un aggregato di linee, che riunisconsi ad un angolo comune, fanno pure l'officio de' conj, e debbono per tali appresso poco tenersi.

Convien osservare, che tra le diverse sorti di ordigni taglienti, ve n'ha parecchi che si fanno oprare trascinandoli, secondo la lor lunghezza, nello stesso tempo che s'appoggiano direttamente contro il corpo che vuolsi intaccare; tali sono i coltelli, i rasoj, ec. Queste sorte d'instrumenti fan la loro azione a modo di conj, e nello stesso tempo alla foggia delle seghe; imperocchè bisogna sapere che il più fino taglio è composto di parti, che non sono puntualmente tutte nella medesima linea, le une più alte dell'altre formano tanti piccoli denti, che col microscopio veder si possono, e che ad un lungo uso non reggono: per lo che suolsi aver cura di ristorarli, stroppicciando le facce della lama ad una pietra da aguzzar ferri, (lo che chiamasi dare il filo): ogni istromento che taglia a questo modo, non abbisogna d'essere appoggiato sì forte come altri; il perchè nelle operazioni di Chirurgia, si preferisce per quanto si può l'uso del rasojo curvo a quello delle cesoje, che taglino stringendo: affine di evitare la contusione delle parti, e recar men dolore all'infermo.

Ma quantunque un ferro tagliente sia fatto per tagliare stirando, o trascinando, come si fa cogli ordinarj coltelli, non dobbiamo dimenticarci ch'egli può ancora intaccare e dividere un corpo, contro il quale sia premuto direttamente. E' una temerità battere o premere, come fassi talora, con la palma della mano, sul filo d'un ra-

rasojo ; la pelle per verità resiste un poco più, quando l'istrumento adopera sopra di essa come un conio, particolarmente, s'egli attacca ad un istesso tempo una non piccola estensione ; ma è sempre periglioso provare fin dove può giugnere tal resistenza.

Delle Viti.

La *Vite* è un cilindro, od un cono allungato, sopra 'l quale s'è fatta un'incavatura, che gira in linea spirale ; il trammezzo, che si è conservato tra i giri o cavi, si chiama il *Filetto*, o la *spira* ; e la distanza che vi è da un filetto all' altro nomasi il *Passo* : questo medesimo filetto, e questa incavatura spirale, si fanno altresì in un cavo cilindrico, per lavorare una vite interiore ; e quando queste due sorta di viti, la solida, e la cava, sono talmente proporzionate, che il filetto dell'una possa muoversi negl'intagli o gola dell' altra, e vice versa, di vite cava piglia il nome di *chiocciola*, e vite femmina.

Sol che si dia un'occhiata alle *Figure* 10 e 11 si scorge facilmente, che il filetto d'una vite, non considerando se non il luogo, che riceve lo sforzo della resistenza, altro non è che un piano inclinato alla base del cilindro ch'egli avvolge, od intaglia ; e che questo piano è tanto più inclinato, quanto le scanalature sono men grandi ; perciò quando una vite gira nel suo cavo, o madrevite, si può dire che sono due piani inclinati, uno de'quali sdrucciola su l'altro. L'altezza è determinata per cadaun giro o torno, dalla distanza d'un filetto all'altro, e questa altezza insieme con la circonferenza della vi-

te ; dà la lunghezza ; imperocchè se si svolge o si sviluppa uno di cotesti filetti *a b*, colla scanalatura *b c*, s'ha il triangolo *a b c*, *Fig.* 10.

Quando si vuol far uso di questa macchina, si attacca, o si applica l'un de' due pezzi (la vite, o la madrevite) alla resistenza cui bisogna vincere; e l'altro gli serve come di punto d'appoggio; allora girando, si fà muovere il cavo o la chiocciola sopra la vite, o la vite nella chiocciola, secondo la sua lunghezza, e ciò che resiste a questo moto, avanza, o va indietro altrettanto. Ne' banchi de' Chiavajuoli, per esempio, una delle due maciulle è sospinta con l'azione d'una vite contro l'altra, alla quale è attaccata una chiocciola, o madrevite : bisogna, come si vede, che la potenza faccia un giro intero, per far che la resistenza avanzi d'un passo, cioè da un filetto all'altro : così supponendola applicata immediatamente alla circonferenza della vite, lo spazio ch'ella percorre, od il suo grado di velocità, è *a c*, e quello nella potenza è *b c*; ma però che si fann'ordinariamente girare le viti, e sopra tutto le grosse, con leve o con altra cosa equivalente, la forza motrice fa molto più di strada, che s'ella conducesse la vite immediatamente; non è più *a c* ch'esprime la sua velocità, ma è la circonferenza d'un circolo, di cui la leva D E è il semidiametro. Si può dunque porre per massima o proposizione generale nell'uso delle viti, prescindendo dagli sfregamenti, questa che segue : *La potenza è alla resistenza nel caso d'equilibrio, come l'altezza della scanalatura b c, e alla circonferenza descritta dall'Estremità* E *della le-*

leva con cui si opera, vale a dire, *in ragione reciproca delle velocità*.

Secondo la materia, di cui si fanno le viti, e gli sforzi, che hanno da sostenere, si dan forme differenti a' filetti, od orlicci; per lo più sono angolari, come nella Fig. 10. o quadrati, come nella Fig. 11. Questi si praticano ordinariamente nelle grosse viti di metallo, che servono a' torchi, ed a' banchi, perchè hanno meno d'attriti. Si fan nelle viti di legno filetti angolari, per conservar loro della forza, imperocchè con tal figura, hanno una base più larga sopra il cilindro che li porta: la stessa forma pure si dà ai filetti di quelle piccole viti, che finiscono in punta, e che servono a scavare da per loro stesse la lor madrevite nel legno debbonsi elle considerare, non men che le punte de' succhielli, e de' trivelloni, come tanti conj girevoli, l'angolo de' quali apre il legno; tanto meglio, quanto è più acuto.

Fra un gran numero di macchine, la cui parte principale è una vite, ve n'ha due che si distinguono in modo speziale; l'una è quella famosa vite, che già da due mille anni porta il nome d'Archimede suo Autore, e che può, in parecchie occasioni, applicarsi molto utilmente all'elevazione dell'acque; l'altra è la *vite che non ha fine*, o *perpetua*, nominata così, perchè la sua azione è continua dal medesimo verso al contrario delle viti ordinarie, che si muovono in un cavo a vite, e che cessano di girare, dacchè son avanzate quant'è tutta la lor lunghezza.

La vite d'Archimede è composta d'un cilindro inclinato all'orizonte, che gira su due perni A, B, Fig. 12. e d'un canale o tubo, che

l'av-

l'avvolge in forma di ſpirale. Un corpo grave poſto all'imboccatura *c* del canale, cade per il ſuo proprio peſo in *d*: quando ſi è fatta girar la vite, il punto *d* del canello o tubo, paſſa al punto *e*; ed il mobile, ritenuto dal ſuo peſo tuttavia nel luogo più baſſo, trovaſi nel canale al punto *f*, che ha fatto un mezzo giro, ed è venuto in *g*. Continuando così, ſe gli fa percorrere tutta la lunghezza della vite di giù in sù; di maniera che col mezzo di queſt'ingegnoſa macchina, un corpo aſcende in virtù della medeſima forza che lo fa diſcendere. Se la parte inferiore di queſta vite è immerſa nell'acqua, ſi capiſce facilmente che coteſto canale dev'empirſi a miſura ch'ei gira, e produrre così un vuotamento d'acqua per la parte di ſopra.

Movendoſi queſta macchina ſu due perni, una forza di poco rimarco la può far girare, perchè ella ſia ben in equilibrio con ſe medeſima, ma non ſi può ſervirſene, ſe non per innalzar l'acqua ad un'altezza mediocre, come quando trattaſi di ſeccare un terreno; perchè queſta vite eſſendo neceſſariamente inclinata, non può portar l'acqua ad una grande elevazione, ſenza diventar ella ſteſſa aſſai lunga, e con ciò peſantiſſima, e ſenza correre riſchio di curvarſi, e di perdere il ſuo equilibrio.

Ciò che ſi nomina d'ordinario, *Vite che non ha fine*, è una macchina compoſta d'una vite, il cui cilindro o nocciolo gira ſempre dal medeſimo verſo ſovra perni, che terminano le ſue due eſtremità; i filetti di queſta vite, che ſono per lo più quadrati, menano girando una ruota verticale, ne' di cui denti s'incaſtrano. Queſta ruota porta nel

nel suo centro un fusolo, a cui s'attacca il pezzo, che si vuole elevare, nella stessa maniera, che alla troclea. Vedi la *Fig.* 13.

Col mezzo di questa macchina, si può vincere con pocchissima forza una grandissima resistenza: ma quest'avantaggio costa molto tempo; imperocchè bisogna che la vite faccia un giro interno per far passare un dente della ruota, e bisogna che tutti i denti passino per far girare una volta il fuolo; di modo che se il numero de'denti è 100. ed il diametro del fusolo di 4 pollici, per alzare la resistenza P all'altezza d' un piede bisogna che la potenza F faccia girar 100 volte la manetta, od ansa: ma in molte occasioni questa lentezza è appunto l'oggetto principale, che si ha in mira, come quando vuolsi moderare il moto di alcune ruote, ovver di far ire innanzi, o retrocedere un corpo, lo spazio di quantità picciolissima, ma che importa di appuntino conoscere.

In questa Sezione, siccome nella precedente, io ho sempre fatto astrazione dagli attriti, per sol badare agli effetti che nascono da ciascuna macchina, considerata in se stessa; giova non pertanto avvertire, che nell'uso delle viti, e del conio, accade spesso che l'effetto principale nasca dagli attriti, e che se nella pratica si trascurasse di por mente a questa spezie di resistenza, vi sarebbono pochi casi, ne'quali le forze opposte potessero paragonarsi con qnalche precisione ed accuratezza; due esempj giustificheranno quest' osservazione. Quando con uno sforzo equivalente a cento lire si è cacciato un conio tra le due parti d'un pezzo grosso di legno, già un poc' aper-

aperto, la reazione o la molla del legno che s' oppone allo sforzo della potenza, sussiste tuttavia, quantunque si cessi d'oprarvi contro; perchè dunque il conio non ritorna da se stesso indietro, quando non è gran cosa ottuso? Perchè oppone allora alla pressione del legno che lo sollecita a retrocedere, l'attrito della sua superficie, ch'eguaglia, o che supera la forza che fa entrare della superficie. Quando si son serrate le due maciulle o morse d'un banco con la vite, nel momento che si cessa di farla girare, la resistenza è in equilibrio con la potenza; senza l'attrito, o sfregamento della vite nel suo cavo, o chiocciola, la menoma forza dovrebbe separare di nuovo le maciulle o morse, che si sono serrate; pure i maggiori sforzi non vengono a capo di tanto, ed in ciò consiste il principale vantaggio di quest'istrumento.

III. SEZIONE.

Delle Corde.

LE corde sono corpi lunghi e flessibili, talor semplici, ma il più delle volte composti di molte fibre, o fila di materia animale, vegetabile, o minerale. Le catene anch'esse, se si riguarda l'impiego loro nelle macchine, debbono essere considerate come corde; imperocchè quantunque la loro struttura sia del tutto differente, hann'elleno però le qualità essenziali delle corde, la lunghezza, e la flessibilità, che le rendono atte a' medesimi usi.

In meccanica s'adoprano comunemente le corde: 1. per cambiar la direzione del moto, come quan-

quando con una carrueola si fa salire un peso con lo sforzo d'un altro che discende: 2. per trasportar la potenza o la resistenza in un luogo più vantaggioso o più comodo; col mezzo d'una corda, esempigrazia, un cavallo ch'è su la riva, trascina una barca, cui non potrebb'egli quasi mai far movere in altra guisa: 3. per legare, strignere, e fermare in una maniera semplice e facile ogni sorte di mobili, che tendono da se stessi a disunirsi, o che una forza esterna sollecita a spaccarsi e disunirsi, o a mutar sito.

Le corde per se stesse non possono nè accrescere nè diminuire l'intensità delle forze, che adoperano contro di esse, o contro le quali si fann' oprare esse corde; abbia la corda con cui si suona una campana 16 braccia, o n'abbia sol uno o due, colui che la suona non ha nè più, nè meno di sforzo da fare; la forza d'un cavallo è la stessa quand'ei tira con un grosso tratto, e quando con un picciolo: ma perchè una corda è più grossa o più lunga, ell'è più pesante; ella si piega o incurva quando non adopera in una direzione verticale, ed è meno flessibile: ora il peso, la curvatura, e la rigidezza o inflessibilità delle corde sono resistenze, o svantaggi, ch'esigono uno sforzo maggiore dalla parte della potenza, e de' quali è necessario fare computo e stima nella pratica.

Nel parlare de' pozzi, dove si attigne l'acqua col mezzo di due secchie che salgono, e discendono alternativamente, abbiamo già osservato, che la corda, ne' tempi ch'ella è più lunga da una parte che dall'altra, aumenta il carico, e che quest'aumentazione divien considerabile; quando

do la profondità del pozzo o del sotterraneo è grande: si può dire la stessa cosa de' pesi, che si tirano; le corde o le catene, che si adoprano, aumentano col lor proprio peso, quello su cui esercitan la loro azione.

La resistenza che nasce dalla ponderosità delle corde, cresce come la loro solidità o quantità di materia; considerandole come cilindri, si deve dunque, date lunghezze eguali, stimare la differenza del loro peso, per lo quadrato del diametro. Se, per esempio, in luogo d'una corda che pesa 30. lire ed ha un pollice di diametro, si mette un altra della medesima lunghezza, e della medesima natura, che sia due volte tanto grossa, questa peserà 120. lire, cioè quattro volte altrettanto della prima, perchè il suo diametro è doppio.

Non solamente il peso della corda aumenta la somma delle resistenze nell'uso delle macchine; ma accade molto spesso, che facendola curvare, egli fa prendere alla potenza una direzione men vantaggiosa di quella che avrebbe, se la corda stasse perfettamente diritta. Quando si tira un peso sopra un piano inclinato, veduto abbiamo, che lo sforzo della potenza è massimo, allorchè è diretto parallelamente al piano; come A B Fig. 1. Ma vi sono molte occasioni, nelle quali la corda, divenendo curva come A E B, a cagione della sua lunghezza del suo peso, inclina l'azione della potenza al piano, e di tanto l'indebolisce.

La lunghezza sola della corda, independentemente dal peso, può apportare qualche cambiamento alla direzione della potenza, imperocchè s'ella fa un angolo col terreno, considerata l'e-

le-

levazione della potenza, lo fa tanto più grande, quant'ella è men lunga: quantunque le due linee A C, A D (Fig. 5.) non sieno nè l'una nè l'altra parallele al piano F G; tuttavolta la prima si dilunga maggiormente dal parallelismo, che l'ultima: sempre che dunque una forza motrice sarà applicata ad una resistenza, per mezzo d'una corda o d'una catena, non occorre aver riguardo alla sua direzione, od alla sua tendenza naturale, ma a quella ch'è indicata dalla catena o dalla corda che trasmette il suo sforzo.

La durezza o inflessibilità delle corde quand'elleno hanno parte nel moto delle macchine, è cosa importantissima da conoscersi: ella dipende principalmente dal peso o dalla forza, che stende le corde, dalla quantità onde sono curvate, e dalla velocità con la quale si fanno piegare. M. Amontons (*Mem. de l'Acad. des Scienc. 1699. p.* 217.) è il primo che abbia trattato metodicamente questa parte delle meccaniche, della quale, avanti di lui, s'aveva un'idea confusa. Egli ne ha mostrata l'importanza, con dar a conoscere, che ne' casi più ordinarj la durezza o rigidezza sola delle corde può aumentare d'un terzo la resistenza, sopra la quale si ha da mettere in opra la forza motrice: e c'insegna colla scorta dell'esperienze; 1. Che la resistenza causata dalla durezza o rigidezza delle corde, cresce in ragione diretta de' pesi o delle forze che le tengono tese: 2. Che questa medesima resistenza cresce parimenti come il diametro delle corde, *ceteris paribus*: 3. Che le corde si piegano più difficilmente, a misura che i cilindri o le rotelle, sopra cui si fanno girare, diventan più pic-

piccioli, abbenchè quest'ultima resistenza non cresca tanto, quanto i diametri si diminuiscono.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Attaccansi al solaro d'una camera, o a qualche altro sodo appoggio due corde simili, A, B, *Fig.* 2. che pendono parallelamente, in distanza di 5 o 6 pollici d'una dall'altra, e che sostengono una tavoletta C D, sopra la quale pongonsi de' pesi.

Queste due corde fanno pel medesimo verso cadauna un giro sopra un cilindro E F, nel mezzo s'avvolge per verso contrario un nastro, od un filo, alla cui estremità s'attacca un piattello di bilancia, caricato tanto, che cominci a far girare il cilindro da su in giù, come veder si può dalla *Fig.* 3. Si adoprano in queste esperienze molte paja di corde, che sono tutte della medesima materia, e di diametri differenti, e facili a paragonare; il cilindro deve sempre essere del medesimo peso, tuttocchè si varii la sua grossezza; ed affinchè il nastro o filo che pende in *f*, sia sempre alla stessa distanza dal punto *e* (*Fig.* 3.) si diminuisce il cilindro nel suo mezzo; ovver calcolando lo sforzo del peso che pende dal filo, si tien conto della distanza del punto *f* dal punto *e*, s'ella è eumentata.

In questa prima esperienza, il diametro delle corde è di tre linee, quello del cilindro, d'un $\frac{2}{3}$ pollice, e prima si carica la tavoletta C D di 20. lire, poscia di 40.

EFFETTI.

1. Quando le corde sono tese da un peso di 20. li-

lire, bisogna che il peso G sia di 45. oncie, per cominciare a far discendere il cilindro: 2. Quando si tendono le corde con un peso di 40. lire, il cilindro non ubbidisce se non allo sforzo di 90 oncie.

SPIEGAZIONE.

Il cilindro, per il suo proprio peso; o per quello che agisce in *f*, tende a calar giù: se qualche cosa lo ritiene, sol può ciò venire dalla corda, che l'avvolge da una parte e dall'altra; imperocchè tolto quest'ostacolo, ben si concepisce ch'egli caderebbe: ma quest'ostacolo sarebbe nullo, se la corda avesse una flessibilità perfetta, se ella si piegasse senza alcuna difficoltà; imperocchè allora tutte le sue parti s'avvolgerebbono successivamente sul cilindro, o lo lascerebbono liberamente passare dal luogo più alto al più basso; tutta la resistenza che cede primieramente a 45 oncie, viene dunque dalla rigidezza è inflessibilità delle corde, tese dal peso CD; e poichè questa rigidezza non può essere vinta che da 92 oncie, quando il peso che la fa nascere, cresce da 20 a 40, è una prova ch'ella cresce, come abbiam detto, in ragione diretta delle forze che tendon la corda, imperecchè 45, sono a 90, come 20 sono a 40.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

S'adopera in prima un pajo di corde, il diametro delle quali è di due linee; son elleno tese da un carico di 20 lire, ed avvolgono un cilindro, che ha un mezzo pollice di diametro.

Appresso mettesi in opera un'altro pajo di corde,

de, una volta più sottili delle precedenti, e si dà loro il medesimo grado di tensione; e si fanno girare sopra lo stesso cilindro.

Effetti.

Nel primo caso abbisognano 30 oncie per vincere la durezza o inflessibilità delle corde; nel secondo bastano 15.

Spiegazioni.

Quando la corda si curva, il suo diametro perpendicolare alla superficie del cilindro ch' ella avvolge, dev' essere considerato come una leva che ha il suo punto d' appoggio nel cilindro medesimo; quanto più questo diametro è grande, tanto più la potenza od il peso che tende la corda, è lontano da questo punto d' appoggio, e per conseguenza più resiste al peso del cilindro, od a quello ch' ei sostiene in *g* (Fig. 3.) Ovvero si può considerare il diametro della corda e quello del cilindro, come, tutti e due, una medesima leva, il cui centro di moto è in *e*, facilmente si vede, che se il braccio *e f* restando l' istesso, *e b* diventa più lungo, la potenza che opra in L, avrà altrettanto più di forza per vincere quella che pesa in *g*. Considerando a questo modo la rigidezza o durezza provegnente dalla grossezza delle corde vedesi tosto, per qual cagione quando si duplica il lor diametro, convenga pur raddoppiare il peso, che tende a far calare il cilindro. Vedesi parimenti perchè questa spezie di resistenza non cresca in ragione della solidità delle corde, come potrebbesi credere, ma solamente in ragione de' diametri, siccome l' abbiamo definito nella nostra proposizione.

III.

III. ESPERIENZA.

Preparazione.

Tese che si saranno con un peso di 60 lire, le corde che abbiano un diametro di tre linee; s' impieghi da prima un cilindro d' un pollice, e di poi un altro d' un $\frac{1}{2}$ pollice di diametro.

Effetti.

La durezza delle corde col primo cilindro cederà a 135. oncie, e col secondo a 114.

Spiegazioni.

Le corde, ed i pesi, che le tengono tese, rimanendo i medesimi, la lor rigidezza o durezza non può variare, se non per lo diametro del cilindro ch' elleno avvolgono. Quando questo cilindro è più picciolo, la corda è costretta a curvarsi maggiormente; ora poichè questa curvatura in generale è un ostacolo alla discesa del cilindro, come abbiam fatto vedere colla I. Esperienza, una maggior curvatura debbe aumentar la resistenza. Potrebbe tal uno moversi a credere, che il diametro del cilindro una volta più piccolo, dovrebbe rendere la medesima corda una volta più rigida e inflessibile; ma l' esperienza dimostra che tal proporzione non segue in fatto: imperocchè 135. oncie, molto ci vuole, che pareggino due volte 114; siccome il cilindro adoperato nel secondo caso pareggiano due volte quello del primo, nella grandezza del suo diametro.

Applicazioni.

Quello che noi abbiamo provato con le Sperienze precedenti, dee servir di regola nell' uso delle carrucole, delle taglie, de' torni, degli ar-

ganelli, ec. tutte queste macchine non posson adoperarsi, se non col mezzo delle corde, o per parlare più accuratamente, le corde ne sono una parte essenziale; se si trascurasse di computare l' effetto della loro inflessibilità e rigidezza, si urterebbe infallibilmente in errori considerabili, e l' abbaglio principalmente si troverebbe ne' casi, dov' è importantissimo non ingannarsi, cioè negli effetti grandi: imperocchè allora le corde sono necessariamente grosse e molto tese.

Si deve dunque por cura, 1. che sien preferite le carrucole grandi alle piccole, se il luogo lo permette, non solo perchè avendo meno giri da fare, il loro asse ha meno d' attrito, ma ancora perchè le corde che le cingono, e ch' elleno fan movere, ivi soffrono minor curvamento, e conseguentemente oppongono minor resistenza; questa considerazione è di tanto momento nella pratica, che calcolando la rigidezza della corda secondo la regola di M. Amontons (Mem. de l'Acad. des Sc. 1699. p.2. 27.) vedesi chiaramente, che se si volesse traportare un peso di 800 lire, con una corda di 20 linee di diametro, ed una carrucola, la qual non avesse se non tre pollici, bisognerebbe accrescere la potenza ben 212 lire per vincere la rigidezza della corda; dove all' incontro con una carrucola d' un piede di diametro, questa spezie di resistenza cederebbe ad uno sforzo di 22 lire *ceteris paribus*.

DI quì arguire si può, che le caruccole raddoppiate, o molte insieme sotto una medesima forma, non possono mai avere tutto l' effetto, che risultar dovrebbe dal numero e dalla disposizione delle leve ch' elleno rappresentano; imperocchè in que-

queste sorte di macchine le corde hanno molti rigiri, e tuttochè le potenze le tendano, carichino o premano, tanto meno gli assi, quanto le carrucole sono più numerose, nulladimeno, perchè non vi è corda, la cui flessibilità sia perfetta; moltiplicando le curvature, necessariamente s'accresce la resistenza, che nasce dalla rigidezza delle corde.

Quest'inconveniente, comune a tutte le carrucole replicate, è ancor più notabile in quelle, dov'esse carrucole schierate le une al di sopra dell'altre, debbon essere di mano in mano sempre più piccole, per far che la corda, si muova senza toccarsi, e senza attrito. Imperocchè noi abbiamo fatte vedere nella terza Esperienza, che la corda più stenta a piegarsi, quando avvolge un cilindro di più piccolo diametro: le carrucole replicate, e tutte della stessa grandezza, sono dunque preferibili ne' casi, ne' quai la ragione, che abbiamo poc'anzi esposta non vien combattuta da altre più forti.

Coloro, che hanno l'avvezzamento e la perizia di lavorare a tornio, o col piede, o coll'archetto, sanno per loro propria esperienza, quanto sia necessario proporzionare la grossezza della corda a quella del pezzo che si vuol tornire; se non si ha quest'attenzione, non si può mai eseguire alcun' opera dilicata e fina, tra due punte, perchè lo sforzo che convien fare per vincere la rigidezza della corda, giunge fino al pezzo girevole; questo pezzo non può reggere a tale sforzo, se non in quanto egli è di materia salda, e niuna cosa meglio fa vedere, quanto una corda soverchia grossa stenti a moversi, quanto il poco tempo ch'ella sta a riscaldarsi, e logorarsi quand'ella

la avvolge una parte assai minuta e sottile.

Le corde che si adoperano nelle macchine destinate a fare grandi sforzi, devono essere durevoli, perchè elleno non si fanno, nè si ristorano se non con spese grandi: debbon essere parimenti atte ad una grande resistenza, senza di che diventerebbono inutili, o causerebbono molesti accidenti. Ma queste due qualità sono difficili a conciliare con una grande flessibilità, perchè acquistar non si possono fuorchè col mezzo d'una grossezza notabile, e di qualche preparazione, che irrigidisca la corda, i grossi cordaggi che s'adoperano nelle fabbriche, e meglio ancora, quelli che servono nella Navigazione, sarebbono d'un uso molto più vantaggioso e più comodo, se si potesse trovare qualche mezzo di render le gomene o sarte più leggiere e più flessibili, senza levar loro la forza necessaria, e senza renderle meno durevoli; la scelta delle materie, la maniera di prepararle e di metterle in opera, devono senza dubbio contribuir molto a quest'effetto; ma un'attenzione che un po' troppo trascurasi, e che pur si dovria avere, è quella di proporzionare le corde agli sforzi, ch'elleno han da sostenere; di scieglierle forti, perchè non manchino: ma di non far però niente di superfluo per questo conto; perchè questa forza soprabbondante, non va d'ordinario disgiunta da un accrescimento di peso, di rigidezza o inflessibilità, e di dispendio ancora, che giova sempre minorare.

La fabbrica delle corde è stata lasciata quasi del tutto in balìa d'artefici poco intelligenti, che lavorano per mera pratica, ed a' quali basta

sta ripetere servilmente quello che altri prima di loro hanno fatto: questa sorte di lavoro tuttavolta è di tanta importanza, che meriterebbe l'attenzione de' dotti; e non si può non saper grado, ad alcuni di essi, i quali vediamo, in tal oggetto occupati, lasciare Speculazioni sublimi, il più delle volte inutili, per studiare cose tendenri più direttamente al ben essere della Società: M. Duhamel du Monteau, per adempire a parte di quei fini, ch' egli ha dovuto proporsi nella Carica ch' egli sostiene (*Egli è Inspettore generale della Marina.*), attualmente s' adopera in descrivere l' arte del Cordaggio, quel ch' egli ne ha letto nelle Radunanze dell' Accademia, e le sperienze che gli si son vedute fare da alcuni anni in qua, in molti de' nostri Porti, bastano già per far credere, che quest' opera non sarà solo una storia di quel che si suole praticare, ma una raccolta d' istruzioni utili e nuove, le quali potrano procacciare a quest' arte la perfezione, di cui ha bisogno.

Dopo d' aver parlato della rigidezza o poca flessibilità delle corde, e del modo onde si può stimare la resistenza che ne risulta nelle macchine, ci resta da dir qualche cosa della lor forza, e de' cambiamenti, ond' elleno son suscettibili, quando diventano umide, od al contrario troppo asciutte.

Le corde, che più sono in uso nella Meccanica, quelle, delle quali principalmente quì trattiamo, sono adunamenti di fibre, che traggonsi da' vegetabili, come dal canape; o dal regno animale, come la seta, o certe minugia che mettonsi in istato di esser filate. Se coteste fibre

fossero abbastanza lunghe per se stesse, forse basterebbe metterle insieme, legarle in forma di fastelli sotto un invoglimento comune: questa maniera di comporre le corde, sarebbe forse paruta la più semplice, e la più atta a conservar loro la qualità più necessaria, cioè la flessibilità; ma però che tutte queste materie hanno una lunghezza assai limitata, s'è trovato il mezzo di prolungarle, filandole, cioè attorcigliandole insieme per modo, che le une unendosi in parti coll' altre, sono abbracciate, e ritenute similmente da quelle che seguono; l'attrito che nasce da questa sorte di unione, e sì considerabile, ch' elleno si rompono più tosto, che sdrucciolare l' una sopra l' altra secondo la lor lunghezza; così formansi le prime fila, l' aggregato delle quali fa una cordicella, e di molte di queste cordicelle, riunite, e attorte insieme, compongonsi le più grosse corde.

Facilmente si scopre, che la qualità delle materie molto concorre alla forza delle corde: si capisce altresì, che un maggior numero di cordicelle egualmente grosse, dee fare una corda più difficile da rompere; come una maggior quantità di fila forma una funicella di maggior resistenza: ma qual è poi la maniera più vantaggiosa di unire le fila, o sia le piccole cordicelle? L' attorcigliamento, col quale si suole legare questi fasci di fila, dà egli in verità più di forza alle corde, di quel che n' avrebbono, se le parti componenti fossero solamente unite in forma di fastelli? Ciò non è chiaro abbastanza; se credessimo alla prevenzione, parrebbe doversi decidere in favor del attorcigliamento perchè questa maniera fa nasce-

re

re un' unione più intima tra le parti competenti, e la forza del composto par che dipenda da quest' unione. Vi son anche delle ragioni speziose, che hanno indotto gli uomini scienziati a pensare come il volgo su questa materia. Si sa in genere che la forza d'un corpo dipende dalla sua solidità, dalla sua grossezza: l'attorcigliamento rende una corda più grossa, che non lo sarebbe, se le fila o funicelle fossero sol adunate allato l'una dell'altra; imperocchè è un fatto certo, che attorcigliando insieme 5 o 6 fili, rendesi quest' adunamento più corto è più grosso; pare adunque che questa grossezza acquistata con dispendio della lunghezza, dovrebbe fare un corpo più difficile da rompersi.

In oltre l'attorcigliamento fa pigliare alle fila una direzione obliqua alla lunghezza della corda, cui compongono; ed essendo che lo sforzo d'una fune si fa su la sua lunghezza, segue che la forza che la tien tesa, adoperi solo obliquamente sopra le fila, e che per conseguenza sono più atte a resistere; imperocchè un' azione obliqua ha men di effetto, che uno sforzo diretto.

Ad onta di tali ragioni, la sperienza ha deciso che questa maniera di lavorar le corde, comoda ed utile per altri conti, le indebolisce più tosto, che aumentarne la forza, il che appar vero incontrastabilmente, dopo, che si è veduta una Dissertazione curiosa del Sig. Reamur (*Mem. de l' Acad. des Sc.* 1711. *pag.* 6.), in cui egli tratta, questa materia con affatto nuove Osservazioni; e dalla quale io ho tratte le prove, che sono quì per riferire.

IV.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Sceglieſi una mataſſa di filo da cucire il più eguale che ſia poſſibile: divideſi in più capi, e ſi prova di cadauno la forza, con ſoſpendervi de' peſi noti ſin a tanto che detti capi di fili ſi rompano. Quando ſi è accertato di quanto poſſono portare ſeparatamente ſenza romperſi, ſe ne attorcigliano inſieme 2, 3, o 4 ec. per farne una funicella, alla quale parimenti ſoſpendonſi de' peſi, per ſaper quanto ella ſia capace di ſoſtenere. Vedi la *Fig.* 4.

EFFETTI.

Le fila attorcigliate, in qual ſi voglia numero non portano mai un peſo che eguagli la ſomma di quelle che portavano ſeparatamente.

SPIEGAZIONI.

Se il filo della noſtra eſperienza impiegato ſolo e ſemplice, ha una forza equivalente a 6 lire, due di queſte fila, C, D, porteranno ſenza dubbio la ſomma di 12 lire; ma biſogna per tale effetto che lo sforzo ſia partito egualmente all' uno ed all' altro, che cadauno dei due non abbia da portare ſe non la metà della ſomma totale, cioè 6. lire.

Per far meglio accorgere della neceſſità di tal condizione, immaginiamoci che i due peſi di 6 lire E, F (*Fig.* 4.) ſieno uniti inſieme, ed in tal maniera che di queſta ſomma di 12 lire, i due terzi carichino il filo C, e l'altro terzo il filo D: il primo de' fili ſi romperà ſubito; perchè ſecondo la noſtra ſuppoſizione, egli non può portare ſe non 6 lire, e non 8. Ma ſubito ch'

egli

egli sarà rotto da questo eccessivo sforzo, l'altro pure si romperà, perchè troverassi caricato solo di tutto il peso, di cui non poteva portare se non la metà. Così, abbenchè ciascuno di questi fili possa resistere ad uno sforzo di 6 lire l' un e l'altro insieme non possono sostenere 12 lire, se non sono egualmente caricati. Ma allorchè le due fila sono attorcigliate assieme, infallibilmente avviene, che l'uno de' due sia più caricato dell'altro, e che lo sforzo del peso sia inegualmente ripartito fra essi, di quì nasce, che non possono mai sostenere insieme le 12 lire, che avrebbono separatamente portate.

Una ragione di quest' effetto si è, che attorcigliando così le fila elleno si tendono; e questa tensione fa le veci da una parte di quello sforzo, cui possono sostenere. Non sono più dunque in istato di resistere tanto, quanto avrebbon potuto fare avanti d' essere attorcigliate.

APPLICAZIONI.

Le gomene, od altre grosse funi, che si adoperano, o su i Vascelli, o nelle Fabbriche, essendo sempre composte di cordicelle, e queste di una certa quantità di fila unite insieme, come quelle della nostra Esperienza: è evidente che non se ne dee aspettare tutta la resistenza, di cui sarebbon capaci, se non perdessero niente della lor forza con l' attorcimento; e questa considerazione è tanto importante, quanto che da questa resistenza dipende bene spesso la vita d' un gran numero d' uomini.

Ma se l' attorcigliamento delle fila in genere rende le corde più deboli, come l' abbiam fatto vedere; tanto più s' indeboliscono, quanto più s' at-

s' attorcono ; ed è un' avvertenza di momento , particolarmente nelle fabbriche di cordaggi destinate per la marina, di non torcere se non quanto è necessario per legare le parti , con un sfregamento sufficiente . Sarebbe desiderabile , che s' avesse sopra di ciò una regola da prescrivere agli operai , e che si potesse fidarsi della loro docilità , e delle loro attenzioni ad osservarla.

Quando si ha qualche grande sforzo da fare con molte corde nel medesimo tempo , quello che bene spesso difficoltà o impedisce la riuscita , è che non si fanno tirare egualmente ; ed allora elleno si rompono l'une dopo l' altre , per le ragioni toccate di sopra , e mettono in rischio quelli che le hanno poste in opra . La tiratura eguale delle funi , le quali concorrono ad un medesimo sforzo , non è sempre così facile , quant'è necessaria, da ottenersi ; quest' è uno di que' casi molt' ordinarj in Meccanica , che l' esito dipenda quasi del pari dalla destrezza e dall' intelligenza di colui che opera , che dalle forze , le quali egli fa operare .

In quanto ai cambiamenti che posson accadere nelle corde , per la umidità , o per la secchezza , e' dipendono principalmente dalla materia e dalla foggia onde son fatte : io mi fermerò quì ne' più notabili ed in quelli che nell' uso delle macchine sono di qualche importanza .

Tutte le corde che sono composte di più fibre , fila , o cordicelle , attorcigliate insieme , si gonfiano, e diventano più grosse , quando l' acqua le penetra , ed al contrario , secondo che si seccano, scemano un poco di grossezza ; ma diventando più grosse , perdono una parte della lor lunghezza ,

za, e si distorcono o sciolgono un poco: Questi sono due fatti già noti da lungo tempo, e che io ho verificati spesse volte colla seguente esperienza.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Io attacco al soffitto, o qualche altro luogo saldo, delle funi di canape, o di minugia ec. all'estremità delle quali sospendono de' pesi H, K Fig. 5. gagliardi soltanto che basti per tenerle tese, e che finiscono in punta al di sopra, e molto dappresso alla tavoletta I L; all'estremità di cadauna delle funi, immediatamente al di sopra del peso, pongo un piccolo indice di cartone, *g*, od *h*, che fa un angolo retto con la corda, che ammollo poscia da un capo all'altro, col mezzo d'una spugna, o d'altra guisa.

EFFETTI.

S'osserva primieramente, che le corde s'accorciano, perchè i pesi che le tengon tese, si sollavano un poco sopra della tavoletta; secondariamente, ch'elleno si distorcono, o sviluppano, per il moto dell'indice, che a poco a poco gira da dritta a sinistra.

SPIEGAZIONI.

L'acqua s'introduce in una corda come ella entra in tutti i corpi porosi; ne separa e scosta alcun poco le parti, e per questa ragione la corda ammollata diventa più grossa. Ma le parti d'una corda sono fibre, che s'incrocciano un gran numero di volte per l'attorcigliamento, e che non possono scostarsi l'una dall'altra, senza formare un ventre, e senza che l'estremità si ravvicinino; di qua nasce l'accorciamento di tutta la fune. Le

par-

particelle d'acqua, che aprono i piccoli interstizj, che sono tra le fibre, dilatano pure quelli che trovansi tra le cordicelle componenti, e questa dilatazione fa che la corda diventi un poco meno torta.

Ciò che vi ha di più notabile, si è, che questi effetti seguono, non ostante i pesi che tengono le corde tese, e questi pesi ponno essere d'assai momento; ed è quest'uno degli esempj da citarsi per far vedere, che picciolissime forze moltiplicate, sono capaci di produrre grandi sforzi. Una esperienza, ch'è molto per se stessa curiosa, e che son per riferire, insegnerà, come un fluido che s'introduce in una corda, può renderla più corta, ingrossandola, tuttocchè una potenza considerabile s'opponga ad un tale effetto.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A, B, C, *Fig. 6.* sono vesciche, le quali comunicano insieme per piccole sommità ed aperture di tubi o cannoncini, che servono a unirle: D, è un peso di 30. lire, che riposa sul piede della macchina, quando le vesciche sono vuote.

EFFETTI.

Quando si soffia dell'aria nelle vesciche per lo tubo che si vede in E, elleno si gonfiano ed il peso s'alza di molti pollici.

SPIEGAZIONI.

L'aria che s'introduce nelle vesciche, le dilata, ma le pareti A A, B B, C C, non possono scostarsi l'una dall'altra, se insieme non si ravvicinano l'estremitadi di cadauna vescica, e tutta la massa per conseguenza non diviene più corta, e non obbliga il peso ad alzarsi.

Per

Per concepire come elevar si possa con un semplice soffio un peso così notabile, conviene por mente che tutto il suo sforzo si divide con egualianza a tutta la superficie delle vesciche; l'orifizio del canale E*e*, non occupa, fuorchè una piccolissima parte di questa superfizie; se ne occupa, per esempio, sol una $\frac{1}{1000}$, la resistenza che s'oppone alla sua imbeccatura, e che bisogna vincere per introdur, l'acqua soffiando, non è dunque se non la $\frac{1}{1000}$ parte di 30. lire.

I lati *b* A *b*, *c* A *c* (Fig. 6.) d'una di queste vesciche, rappresentano molto bene le fibre, che compongono le corde; siccome l'aria dilata le une, così l'umidità gonfia le altre, e fa lor fare de' grandi sforzi.

Applicazioni.

Quel che succede alle corde, che si bagnano, avvien parimenti alle fila torte, che considerar si debbono come picciole corde, o s'impieghino semplici o se ne formino de' tessuti. Il perchè, le tele nuove si raccorciano al primo bagnarle che si fa; e generalmente vedesi che tutti i panni e drappi ritiransi quando si ammollano; quei che sono fabbricati di due sorti di fila poste in differenti versi, ritiransi inegualmente, e fan pigliare cattiva forma a' lavori a quai fansi servire. Le calzette, ed i guanti lavorati a gucchia non si calzano, nè si levano che con fatica quando son umidi; questa difficoltà proviene col ristringimento, causato dalle particelle d'acqua, che hanno gonfiate le fila; se ciò non fosse l'interposizione d'un fluido non servirebbe che a farli sdrucciolare più facilmente su la pelle.

Il mezzo di raccorciare le corde ammollandole,

le, potrebbe essere d'un grand' ajuto in certi casi: dicesi (ed è una tradizione ricevuta quasi universalmente), che nell'ergere un obelisco in Roma, sotto il Pontificato di Sisto V, trovandosi l'imprenditore in qualche impaccio e dubbietà perchè le corde erano un poco troppo lunghe, vi fu chi esclamò: *Bagna le corde;* e che quest' espediente tentatosi, riuscì a perfezione. Per verificar questo fatto, io ho avuta la curiosità di scorrere alcune opere, nelle quali con minuto divisamento trovai tutto quello che Domenico Fontana fece per ordine del Papa, dal 1586. sino al fine dell'anno 1588. per rialzare quattro obelischi antichi, ch'erano sepolti sotto rovine; cioè, quello del Vaticano, che fu collocato rimpetto alla Chiesa di S. Pietro; un altro che aveva servito di Mausoleo d'Augusto, e che si piantò davanti alla Chiesa di S. Rocco; e altri due finalmente ch'erano del gran Circo, e l'uno de' quali è oggidì in faccia a Santa Maria del Popolo. In tutte le mie ricerche, non ho trovata una parola, che faccia cenno delle corde bagnate: ora io non credo che quest' anecdoto sarebbe stato ommesso in coteste descrizioni, tanto piene di tutte le circostanze, volentieri dunque m'indurrei a pensare, che il fatto sia apocrifo, ma la sua possibilità non è da alcuno contrastata, e si può dedurla manifestamente dalle Sperienze, che abbiam di sopra riferite.

E' a proposito osservar quì, che le corde ammollate non possono vincere grandi resistenze accorciandosi, se non in quanto son fatte di materie poco suscettibili di allungamento per se stesse, quali sono le fibre de' vegetabili, o la seta;

se

se bagneranno corde fatte di minugia, tuttochè elleno tendano ad accorciarsi, per le ragioni che abbiam dette, nulladimeno si allungherebbono infallibilmente, tirandole con una certa forza, perchè le fibre che le compongono, sono estensibili in ogni sorte di verso, e lo son tanto più allora, quando l'umidità penetrandole, accresce la loro pieghevolezza.

Comechè l'umidità e la secchezza han degli effetti sensibili sopra le corde, si è procurato di approfittarsene, per conoscere lo stato dell'atmosfera per questo conto; quegli istrumenti che si chiamano *Hygrometri*, ed a' quali diamo tante differenti forme, consistono principalmente in una corda di canape o di minugia, che indica allungandosi, ed accorciandosi, ovver torcendosi, e storcendosi, se regna nell' aria più o meno d' umidità. Il più semplice di tutti si fa con una corda di 10, o di 12. piedi, che si tende debolmente in una situazione orizontale, e in un luogo a coperto della pioggia, benchè esposto all' aria libera; si attacca nel mezzo un fil d'ottone, dalla cui estremità si fa pendere un piccolo peso che serve d' indice, e che nota sopra una scala divisa in pollici ed in linee, i gradi d'umidità ascendendo, e quelli della secchezza discendendo. Vedi la *Fig.* 7.

Spesso pure si fanno degl' *Hygrometri* con un capo di corda di minugia, che ficcasi da una parte a qualche cosa di solido, e che dall' altra s' attacca perpendicolarmente ad una piccola traversa, che gira secondochè la corda si storce, e che indica, come un ago o stilo su la circonferenza d'un oriuolo, i gradi dell' umido e del secco,

Fig. 8. ovver si collocano su l'estremitadi della picciola sbarra due figure umane di cartone o di smalto, l'una delle quali rientra, e l'altra esce da una casetta che ha due portici, quando il secco o l'umido fa girare la corda; e fassi portare un piccolo parapiogggia a quella delle due figure, ch' è costretta dal moto della corda ad uscire, quando l'umidità cresce. Vedi la *Fig.* 9.

Gl'*Hygrometri* che si fanno a questa maniera, ò in guisa equivalente, nascondendo la corda per render l'effetto un poco misterioso, non sono buoni che a dar trastullo a' fanciulli; nè debbe aspettare, che insegnino qual sia in verità lo stato attuale dell'atmosfera; per quel che riguarda l'umido e il secco; che si tengono in appartamenti chiusi, e la corda, che n'è l'anima, è contenuta quasi in un astuccio, ove l'aria poco o niente rinnovasi.

In somma il migliore di tali strumenti, quasi altro non insegna, se non che la corda è molle, ò ch' è secca: imperocchè, 1. l'umidità, che l'ha una volta penetrata, non n'esce fuorchè a poco a poco, e secondo l'esposizione del luogo, la calma od il vento che regna; e bene spesso succede, che l'atmosfera ha già perduto una gran parte della sua umidità, innanzi che la corda ne possa dare alcun segno. 2. Tutto quello che si può sperare da un *hygrometro* a corda, si è, ch' egli additi se vi ha più o meno d'umidità nell' aria, in paragone del giorno precedente, e si sa ciò con tanti altri segni, ch' è molt' inutile il fare una macchina, che niente più di questo c'insegna. Quello che più importerebbe sapere, è, di quanto cresca o scemi l' umidità od il secco

da

da un tempo all'altro, e poter rendere queste sorte di strumenti, paragonabili; tolto quest' avantaggio, cui probabilmente mai non avranno gl' *hygrometri* a corde, e' non meritano che sien contati fra 'l numero degl' istrumenti meteorologici.

X. SEZIONE.

Sopra la natura e le proprietà dell' Aria.

POche materie ci sono, la cognizione delle quali ci interessi tanto, quanto quella dell' Aria: questo fluido, nel quale noi siamo immersi dal momento del nostro nascere, e senza del quale non possiam vivere, merita senza dubbio l' attenzione di tutti gli esseri ragionevoli che lo respirano: la sua azione continua su i nostri corpi ha molto di parte ne' differenti stati, ch' eglino provano; noi abbiam sempre alcun che da sperare o da temere da' cambiamenti dell' aria. Col mezzo delle sue proprietà e delle sue influenze, la natura dà l' aumento e la perfezione a tutto quello ch' ella fa nascere per li nostri bisogni e per li nostri usi: col mezzo dell' aria, ella trasporta e distribuisce le sorgenti della fecondità nelle varie parti della terra. L' aria agitata è, per così dire, l' anima della Navigazione: col mezzo del vento, le navi che possono considerarsi come tante città fluttuanti passano da un lido e da un termine all' altro dell' Oceano, e veggonsi tuttodì in commercio Nazioni, le quali parevano dover niente mai saper l' una dell' altra in perpetuo, attesa la sterminata distanza de' luoghi. Il suono, la voce, la stessa parola, non son altro che un' aria percossa, un soffio modificato,

che diventa il veicolo de' nostri pensieri, e che ha il potere d'eccitare e di calmare le passioni. (*a*) Tanti maravigliosi effetti non possono risapersi con indifferenza; la mente ch'è capace di ammirarli, non può essere senza un gran senso per quel piacere che s'ha di conoscerne le cagioni.

In qualunque luogo che noi ci trasportiamo su la terra, o si cangi clima, o si ascenda da luoghi più bassi alla cima delle più alte montagne, ci troviamo sempre nell'aria; niun luogo, niun tempo si conosce, in cui questo fluido sia mancato: questa considerazione ci dà ragion di credere, che il globo, che abitiamo, sia circondato d'aria da tutte le parti; e questa spezie d'involtura, che chiamasi comunemente l'*Atmosfera*, ha delle funzioni così manifeste, ha tanta parte nel meccanismo della natura, che non si può dubitare, aver ella incominciato colla terra medesima, e dover ella durare quanto la terra.

Come atmosfera terrestre, ha l'aria delle proprietà, che più non le appartengono, quando non si considera di essa, se non una piccola porzione, e quando si prescinde da tutto quello che potrebbe framischiarsi in essa d'estraneo; non essendo queste proprietà dell'aria come atmosfera, se non, dirò così, accidentali, e non procedendo direttamente dalla natura dell'aria, ma più tosto dalla sua quantità, dalla figura della sua massa, dal suo mescuglio con altri corpi, ec. io credo che opportuna cosa sia, principiare dall'esame e dilucidamento di quelle, che questo fluido ha sem-

(a) *Ipse aer nobiscum videt, nobiscum audit, nobiscum sonat; nihil enim eorum sine eo fieri potest*. Cic. de Nat. Deor. l. 2. cap. 33.

ſempre, come aria, e independetemente dalle condizioni, delle quali abbiamo poc' anzi favellato.

PRIMA SEZIONE.

Dell' Aria conſiderata in ſe ſteſſa, independentemente dalla grandezza e dalla figura della ſua maſſa.

E' Quaſi che inutile il dire, che l' Aria è una ſoſtanza materiale: ſe ne togliamo i fanciulli, che non hanno fatto ancora uſo della loro ragione, od alcuni uomini rozzi, e ſenza educazione e coltura, che non hanno mai riflettuto ſopra le più ordinarie coſe, niuno vi è al preſente, che non riconoſca in queſto fluido i principali attributi, che caratterizzano i corpi, l' eſtenſione, la diviſibililà, la renſtenza, ec. tutti oramai ſanno; ch' egli può ricevere e traſmettere il moto; e ſe ſi dice, che un vaſe è vuoto, quando n' è ſtata verſata l' acqua, queſt' è una eſpreſſione autorizzata dall' uſo, ma di cui generalmente è nota la falſità, o la poca accuratezza.

Gli Autori antichi, a par de' moderni, hanno confeſſato, che l' aria è una materia. Quelli che l' hanno qualificata per *ſpirito*, hanno ſenza dubbio impiegato queſto termine nel ſenſo figurato, per eſprimere la ſottigliezza di queſto fluido, o per fare intendere, quanto è neceſſario per la vita degli animali, e per l' accreſcimento delle piante; o, ſe abbiam da prendere queſt' eſpreſſione letteralmente, non è giuſto tradurre la parola latina *ſpiritus* per quella di *ſpirito*; ella ſignifica egualmente un ſoffio, un' aria agitata; e ſi debbe credere, che niun Fiſico l' abbia altrimenti

si intesa. Del resto l' autorità non ha forza; quand' ella si trova in contradizione coll' esperienza; l' uso del ventaglio fa sentire la resistenza dell' aria a coloro persino, che punto non bramano di convincersi; e quando noi abbiamo provata l' impenetrabilità de' corpi in genere, le sperienze che abbiamo addotte, han fatto spezialmente conoscere l' impenetrabilità dell' aria.

Alcuni Fisici (*a*) hanno pensato che l' aria potesse peravventura non esser' altro, che un miscuglio delle particelle più sottili, esalanti da tutti gli altri corpi, e che sendo troppo divise, ripigliar non possono la loro prima forma, e restano perciò sotto quella d' un fluido particolare, ch' elleno compongono: ma oltre che questa opinione non s' appoggia a prova alcuna, l' aria ha delle proprietà costanti, de' caratreri inalterabili, per li quali si fa sempre conoscere, e che varierebbono, secondo le circostanze del tempo e del luogo, se fosse vero che dipendessero dal disfacimento di molte materie, e dall' aggregato di tanti estratti. E' dunque cosa più naturale e verisimile il credere, che l' aria è una specie di sostanza particolare, d' una stabile e fissa natura, che le sue parti integranti sono omogenee, o che i suoi principj sono in ogni tempo uniti, per non cedere ad alcuno sforzo, che per decomporla noi vorremo o potremmo adoprare.

La Fluidità dell' aria è tale, ch' ella non si vede cessare giammai, finchè le sue parti si toccano,

(a) *Otho de Guertke Exper. nov. Magd. lib.* 2. *c.* 5. & *l.* 4. *c.* 1. *Boyle*, *Esper. Phys. Mech. Edit. Genev.* 1677. *p.* 69. *s' Gravesande Phys. El. Math. p.* 3. *Ed.* 1742.

zo, e che la loro contiguità non è interrotta da una troppo grande quantità di materia estranea. Noi vediam comunemente de' liquori agghiacciarsi dal freddo; certi fluidi compressi cessano di scorrere, e si fissano sotto la figura, che lor si fa prendere: ma in qualunque clima, ed in qualunque stagione che si voglia, non si vede mai alcuna parte dell'atmosfera diventar solida: e la compressione la più forte che sia stata mai impiegata, non ha potuto indurare nè fissare l'aria. E' dunque forse dell'essenza sua la fluidità? E' impossibile assolutamente, ch'ella la perda? Il fatto, come stia, non si vede: ma sarebbe una temerità asserire il contrario, senza addurne delle prove.

Questa fluidità sì costante dell'aria, proviene forse dalla sola sottigliezza delle sue parti, come ha creduto un dotto Chimico (*Boerhaave, Chemia, tom. 1. pag. 230.*)? Nol presumeremo già, se porrem mente che l'acqua, ed alcuni altri liquori, che cessano d'esser fluidi per un gran freddo, passano a traverso di certi corpi, quali non può mai l'aria penetrare (*Boyle Nov. Exp. Phys. Mat, Mech. pag.* 108.); imperocchè se la tenuità delle parti fosse capace di mantenere costantemente la fluidità, o l'acqua non dovrebbe agghiacciarsi più che l'aria, o l'aria, che non si agghiaccia mai, doverebbe avere parti più tenui e più fine, più penetranti in somma, che non son quelle dell'acqua. Ora è un fatto avverato e dimostrato dal Sig. Reaumur (*Mem. de l'Acad. des Scienc.* 1714.), che l'aria non passa a traverso della carta bagnata, e di alcune altre materie, che sono attissime a filtrare l'acqua;

dal che risulta che le parti dell' aria sono più grossiere, o meno sottili che quelle dell' acqua, se pur la figura nelle une non compensa la tenuità delle altre.

E' molto verisimile che l'aria resti costantemente fluida, perchè è perfettamente elastica: se fosse sol compressibile, le sue parti ravvicinate potrebbono forse toccarsi tanto da presso, che formassero un corpo duro; e niuna cosa le obbligherebbe a lasciar tale stato: siccome la neve premuta tra le mani prende la figura e la consistenza d'una palla solida: ma l'elasticità ch' elleno hanno, tende sempre a rarefare la massa che compongono, perchè la più valida compressione non può se non tenderle, e non già sforzarle; così queste parti conservano quella mobilità respettiva, in che consiste la fluidità.

Si può concepir le parti integranti dell' aria come piccoli filamenti, contornati in forma di spire flessibili ed elastiche, ed il loro adunamento, appresso a poco come un fastello o gruppo di lana cardata, che si può ridurre in più picciolo volume, quando si strigne e preme, ma che tende sempre a rimettersi nel suo primiero stato. Quest' idea è un mero grossolano abbozzo della natura dell' aria; e confesso, che forse s' hanno 100 contr' 1 da poter scomettere, che le parti di quest' elemento non han la figura da me attribuitagli, perchè per supporle tali, io non ho altra ragione fuorchè la loro flessibilità e la loro molla; e posson elleno esser elastiche con cento figure differenti da un filetto spirale: perciò quando io ammetto quest' ipotesi con la maggior parte de' Fisici, non pretendo di dire ciò ch' elleno

no sono, ma solamente ciò che posson essere; e lo so meno per attenermi a un partito in quello spetta la loro figura, che per potere far meglio conoscere l'ammirabile elasticità del fluido, ch'elleno compongono, ed alcune altre proprietadi, delle quali appresso parleremo.

Si dice comunemente che l'aria è secca; ma perchè se gli attribuisce questa qualità? forse perchè ella sen porta via dalla superficie de'corpi l'umidità che in essi ritrovasi? In vero, spesse volte succede, che l'aria faccia l'ufizio d'una spugna, ma parimenti ella rende in più casi umidi que'corpi ch'ella tocca, perchè le parti acquose, ond'ella è sempre più o meno caricata, s'attaccano a certe materie più saldamente che all'aria stessa: s'espone del pannolino per farlo asciugare; ma ad esporre all'aria del sal di tartato, o qualch'altro sale, segue un effetto contrarissimo, perciò le corde o le tele, che si sono ammollate nell'acqua marina, si asciugano difficilmente all'aria, perchè l'acqua resta pertinacemente attaccata alle particelle saline, che stan su la superficie.

Dirassi egli, che l'aria è secca, perchè non ammolla come i liquori? Ma allor bisogna convenire del senso che dar sogliamo al termine di *ammollare*, o di *bagnare*; s'egli significa star attaccato alla superficie de'corpi solidi, dovrassi concedere che l'aria ammolla o bagna, almeno un gran numero di materie: imperocchè è un fatto certo, che se si versi in un vaso qualche liquore, che obblighi l'aria ad uscirne, riman tuttavia uno strato di questo fluido, attaccato o aderente alle pareti, non lo scorgiamo per lo più, per-

perchè egli è tenuissimo e trasparente; ma diventa sensibile quando dilatasi, o con riscaldare fortemente il vaso, o con metterlo nel vuoto: e per questa ragione un barometro che non è stato riempiuto al fuoco, cioè il cui mercurio non ha bollito nel tubo, appar colorito ed appannato; e vi si scorge un' infinità di bollicelle d' aria, rimase attaccate al vetro. Se *bagnare* significa poi quell' impressione che si fa la pelle, quando tocchiamo un liquore, impressione sempre differente da quella d' un corpo solido, perchè le parti mobili fra esse, e sciolte, si gettano, od annicchiano ne' pori e procurano un contatto più puntuale, e più intero; in questo senso l' aria bagna pure ed ammolla i corpi; e se noi men ce n' accorgiamo, la ragione si è, perchè l' impressione, ch' ella suol fare sopra di noi, ci è più familiare; la sua maniera di bagnare è differente, senza dubbio, da quella de' liquori, come questi pure bagnano d' altra guisa gli uni che gli altri; lo spirito di vino bagna altramente che l' acqua, e l' acqua non bagna come l' olio; vale a dire che la loro applicazione su la cute eccita sensazioni diverse.

Dacchè si sa, mercè d' infinito numero di famigliari osservazioni, che l' aria è materiale, che le sue parti riunite formano una massa resistente, mobile, e capace di muovere altri corpi, è quasi superfluo esaminare, s' ella sia pesante: imperochè, quantunque la gravità non sia un attributo essenziale alla materia, e si possa concepirla senza questa tendenza al centro della terra; tuttavolta non abbiamo alcun esempio da addurre, che obblighi ad eccettuare l' aria da questa

sta legge comune; e dobbiam presumere, che sia soggetta al pari degli altri corpi sublunari, quando non abbiamo prove del contrario.

Ma tant'è lungi, che si abbia ragione alcuna onde attribuire all'aria una leggerezza assoluta, che fatti innumerabili anzi ne sforzano a confessare il di lei peso: ne abbiamo riferiti parecchi trattando dell'Idrostatica; eccone quì degli altri, che lo provano direttamente.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura* 1. rappresenta una di quelle trombe, che si nominano comunemente, *Macchine Pneumatiche*: quantunque tal nome, a prenderlo secondo la sua etimologia, convenga egualmente, a tutte le macchine che servono alle sperienze e che si fanno su l'aria, tuttavolta per un uso che ha prevalso, egli addita spezialmente quella, con la quale si fa il *vuoto*, cioè, con la quale si tromba, o si estrae l'aria d'un vase; probabilmente perchè ella e più celebre dell'altre; e col suo mezzo s'è fatto un gran numero di curiose e di utili scoperte di questo genere: Il suo primo Autore, fu Otto de Guerike, Consòle, o Borgomastro di Magdeburgo, che incominciò a farla conoscere in Ratisbona l'anno 1654. Alcuni anni dopo, Boyle ne fece costruire una appresso a poco simile, che molto fu da lui perfezionata in appresso. Il grand'uso che fece di questa Macchina il Filosofo Inglese, e la riuscita delle sue Esperienze, fecero perdere di vista l'inventore Alemanno, di maniera che al presente il princiaple effetto di questa Tromba, si chiama di

or-

ordinario *il Vacuo Boyelano*. Il Sig. Hombergio, mosso da progressi che avea fatti la Fisica in Germania, e in Inghilterra col mezzo di quest' ingegnosa macchina, e ben sapendo di quale utilità ella poteva essere nelle mani de' Dotti, cercò de' mezzi di renderla più esatta, che stata non era fin allora; e colla cura ed attenzion sua, l' Accademia Reale delle Scienze, di cui era membro, ne fece far una, circa 45 anni fa, la qual vedesi tuttavia nell' Osservatorio, tra gl' Istrumenti che gli appartengono. Finalmente, dopo ch' io ho abbracciata una professione, che mi rende l' uso di questa Tromba del pari frequente che necessario, mi sono applicato a ridurla a quel segno, che potesse servire e giovare con maggiore sicurezza, comodo ed estensione, che servito non avea per l' addietro; si potrà giudicare, se ho a questi tre oggetti sodisfatto leggendo nelle Mem. dell' Accad. per gli anni 1740. e 1741. i cambiamenti, e le aumentazioni, che a cotesta macchina ho fatte; ivi se ne troverà la storia e la descrizione, con tutte quelle particolarità, che quì non avrebbono luogo.

Dirò solamente, per facilitare l' intelligenza de' fatti che ho da riferire nel decorso di questa Lezione, che la macchina pneumatica, di cui mi servo, è composta di sei parti, cioè 1. d' un corpo di tromba di rame A: 2. d' uno stantuffo, che ha il manico terminato in forma di staffa B, per esser abbassato col piede, e guernito d' un ramo, o diremo quasi di un' elsa, che vien su, e finisce in una impugnatura C, per potersi colla mano rialzare: 3. d' un tubo di comunicazione, di cui si vede la chiave in D:

4. d'

4: d'una piaſtretta coperta d'una pelle ammollata, ſu cui ſi poſa il recipiente, o la campana di vetro E: 5. d'un piede F G, con due tavolette H, H, che poſſono alzarſi, e abbaſſarſi a beneplacito: 6. d'un tornello o rocchello I K L, col quale ſi può traſmettere un rapidiſſimo moto in un recipiente, dopo eſtratta l'aria.

Non potendoſi fare il vacuo, con una ſola pinta di ſtantuffo, biſogna che ſi poſſa rimontarlo, ſenza far rientrare nel recipiente l'aria che già ſe n'è cavata, e ch'è paſſata nel corpo della tromba: per tal uopo la chiave del canaletto di comunicazione è forata in maniera, che facendole fare un quarto di giro, s'apre appunto una comunicazione, per cui lo ſtantuffo rimettendoſi, o ſollevandoſi, ſpigne l'aria dal di dentro al di fuori della tromba, e ſi chiude nel medeſimo tempo ogni acceſſo dal lato del recipiente: poſcia rimettendo la chiave nella ſua prima ſituazione, ſi ſeguita a dare nuove pinte collo ſtantuffo.

Le altre funzioni di queſta macchina dipendono dalle medeſime proprietà dell'aria, che io debbo far conoſcere; perciò differiſco a parlarne, ſin che io abbia data un'idea ſufficiente di queſto fluido.

La *Fig.* 2. è un pallone di vetro, che contiene circa 10. bocali: il collo è guernito d'una ſtaffetta di rame, e d'un canaletto di comunicazione, aggiuſtato ad una vite, ch'eccede d'alcune linee la piaſtretta della macchina pneumatica nel centro, di maniera che ſi può vuotarlo d'aria, e ritenerlo in queſto ſtato.

La *Fig.* 3. è una bilancia mobiliſſima ſu la qua-

quale si mette in equilibrio il pallone vuoto; e per conservare alla spranghetta d'essa bilancia una maggiore mobilità, scemandole gli attriti del suo asse, si pesa il pallone dell'acqua; il che è agevole di fare, attaccandovi de' pesi, che l'obblighino ad immergersi intieramente: allora la bilancia è solamente caricata della gravità respettiva del pallone immerso, che può essere diminuita quanto si vuole, e pel peso che mettesi dall' altra parte per mantenere l'equilibrio, come l'abbiam fatto vedere nella ottava Lezione, con le Sperienze che provano la seconda Proposizione.

EFFETTI.

Quando si apre il canaletto del pallone sospeso, per lasciarvi entrare l'aria, e che poi si chiude per lasciarlo immergersi, senza che l'acqua vi possa entrare, trovasi sempre più pesante, che non è il peso dell'altra parte, col quale egli era da prima in equilibrio.

SPIEGAZIONI.

Questa Esperienza è la più semplice, e la più decisiva di tutte quelle che si usano per provare, che l'aria ha un peso assoluto; imperocchè si sa che nell'uso della bilancia ordinaria un peso non può essere traportato, fuorchè da un peso maggiore; poichè dunque il pallone diventa più pesante, dopo che s'empie d'aria, è un segno certo, che quest' aumentazione procede dal fluido, ch'egli ha ricevuto.

Si dirà forse, che il pallone, riempiendonsi, non riceve questo nuovo peso dall'aria stessa che vi rientra, ma più tosto da' corpi stranieri, e da' vapori acquosi, ond'è sempre l'aria caricata, e che vi s'introducono con essa.

Quan-

Quantunque questa obbiezione alla sola prima occhiata si scopra per una fievolissima difficoltà, e non abbia imbarazzato niun di quelli, che hanno fatta o conosciuta questa esperienza prima di me, nulladimeno non posso dissimulare, essermi ella paruta forte, massimamente quando ho veduto da prove fatte in diversi tempi, che un volume d'aria di 2 o di 3 bocali, preso casualmente nell'atmosfera, contenea sempre tant'acqua da poter rendere sensibilmente umida e più pesante un' oncia di sale di tartaro; imperocchè se si aggiugne al peso di quest'acqua quello delle altre materie, che sono infallibilmente sparse con essa nel medesimo volume d'aria, e dal sale di tartaro non assorbite, uno è quasi mosso a credere, che di tutto il peso del fluido misto, non v'è nulla che appartenga alle parti proprie dell'aria.

Questa considerazione ha fatto dire al Boeraave (Chemia tom. I. pag. 267.), che l'aria egualmente che il fuoco, forse non pesa verso alcun punto determinato dell'Universo, a questa congettura io non mi sono fermato: e tant'è lungi ch'io ceda alla difficoltà, mi sono anzi messo in istato di oppugnarla coll'operazione che anderò quì descrivendo.

Io attacco il pallone pien d'aria alla bilancia, e lo tengo in equilibrio nell' acqua con un peso già noto: quindi, senza cambiargli situazione, applico al canale di comunicazione un sifone, che corrisponde alla macchina pneumatica, per causarvi il vacuo; a misura che da me si rarefà l'aria, vedo cadere al fondo del pallone i vapori, ond'ella è caricata, e che non sono di lor-

na-

natura atti nati a rarefarsi, com' essa, e girle dietro ; in questo modo fo rimanere nel pallone (almeno per la maggior parte) questi corpi stranieri, ai quali sospettar potrebbesi ch' ella debba il suo peso, e sono come certo, che quel ch' esce dal vaso è aria pura ; frattanto quando ho chiuso il canaletto di comunicazione, e m' ingegno di rimettere il pallone vuoto, in equilibrio col primo peso, lo trovo a un dipresso tanto più leggiero, quant' egli era più pesante nella prima esperienza ; dal che incontrastabilmente ne segue, che l' aria, per se stessa, e independentemente dai vapori e dalle esalazioni, alle quali si trova mescolata, aumenta il peso d' un vaso ch' ella riempie.

APPLICAZIONI.

Col mezzo delle sperienze, che ho addotte, non solo si può accertarsi della gravità assoluta dell' aria ; ma si può altresì conoscere qual sia la sua gravità specifica, paragonando un volume d' aria noto, di cui si fa il peso separatamente: un esempio renderà la cosa più intelligibile.

Dopo d' aver messo il pallone pieno d' aria e immerso nell' acqua, in equilibrio al braccio della bilancia, se lo rendo più leggiero, estraendone la più gran parte dell' aria ch' egli contiene, il peso che di poi v' aggiungo dalla sua parte, per rimettere l' equilibrio tolto, è appuntino quello dell' aria che n' è uscita. Rovescio immantinenti il pallone nell' acqua, in maniera che l' orifizio guardi il fondo del vase, ed apro il canale di comunicazione ; allora il peso dell' atmosfera sospigne nel pallone un volume d' acqua, ch' eguaglia quello dell' aria toltane: chiudo il canaletto

letto, ripongo il pallone nella ſua prima ſituazione, e carico il piattello della bilancia, ſin che tutto ſia in equilibrio; il peſo, che ſono coſtretto a mettervi, è quello del volume d'acqua ch'è entrato nel pallone; così paragonando i due peſi, vedo la proporzione che vi è tra due volumi eguali d'aria e d'acqua. A queſto modo procedendo, il Signor Hauxbèe ha trovato, che la gravità ſpecifica dell'aria è a quella dell'acqua, come 1 è a 885.

Al racconto di queſte eſperienze, volentieri un crederebbe, che ſia faciliſſima coſa fare queſta comparazione del peſo dell'aria con quello d'un altro fluido col mezzo d'una bilancia; non ſe ne viene a capo non per tanto, fuorchè con grandi cautele ed attenzioni; e reſta ſempre dell'incertezza del riſultato.

La difficoltà naſce, 1. dal dilatarſi che fanno col calore, e condenſarſi col freddo tutti i fluidi, e generalmente tutti i corpi, di maniera che l'aria e l'acqua, che ſi paragonano, nel meſe di Giugno, non hanno la denſità medeſima che hanno nel meſe di Gennajo: queſt'inconveniente ſarebbe di piccola conſeguenza, ſe queſte materie, dilatandoſi o condenſandoſi, ſerbaſſero tuttavia fra eſſe la medeſima porzione; ma la coſa va altrimenti; e non è affar di piccolo peſo, conoſcere le variazioni ch'elleno provano ſecondo le lor differenti temperature.

2. Siccome non vi è aria perfettamente pura, così non vi è neppur'acqua, che non contenga qualche coſa di eſtranio; e chechè ne dicano alcuni Autori, vi ſon molte acque, che col medeſimo grado di freddo, e di caldo, differiſcono

sensibilmente di peso fra esse. Ora se è necessario sapere qual acqua o qual aria si è pesata, per conchiudere con precisione la proporzion dell' una con l'altra, non si può dunque asserire nè decidere generalmente, se non un appresso poco.

3. Le variazioni del barometro ci additano, che la pressione dell' atmosfera non è sempre la stessa; e noi quanto prima vedremo, che l'aria cambia densità, secondo ch' ella è più o meno compresa. Può addivenir dunque che il volume d' aria misurato dalla capacità del pallone sia più pesante in un tempo, che in un altro; per questo il Sig. Hauxbèe, nel racconto della sua esperienza, non ha tralasciato nè l' altezza attuale del Mercurio nel barometro (29. p. $\frac{1}{2}$ misura Inglese, cioè un poco meno che 28. pollici Francesi), nè la stagione, nella quale egli ha operato; in vece di citare solamente il mese (Maggio), avrebbe senza dubbio additata la temperatura col grado del termometro, se ve ne fossero stati allora di paragonabili come al presente.

4. Per comparare esattamente il peso dell' aria con quello dell' acqua, bisogna che immergendo l'orifizio del pallone, in cui s' è fatto il vacuo, vi rientri appuntino tant' acqua, quant' aria n'è uscita; altrimenti non si sarebbe più la comparazione di due volumi eguali. Ma si sa, che quando un liquore si trova nel vuoto, l'aria ch' egli contiene, si sviluppa da esso, e si solleva al di sopra: questi è il caso in cui trovasi l'acqua che comincia ad ascendere nel pallone; ella biancheggia per la quantità delle bollicole d'aria, che ne scappano; e quest' aria occupando la parte superiore del vase, impedisce, ch'ei non riceva

va tutta quell'acqua che vi dovrebbe entrare, avuto riguardo al vacuo fattovi. Bisognerebbe dunque aver ben purgata d'aria l'acqua, di cui vuol uno servirsi in questa esperienza; e questo non si è, per quanto pare, sin ad ora mai fatto: dal che segue, essersi arguita e dedotta un poco più grande di quel ch'ell'è in effetto, la gravità specifica dell'aria.

Non si deve però alcun maravigliare, nel veder che sì poco convengano tra loro gli Autori, che han tentate queste sorte d'esperienze, massimamente in tempi, ne' quali tanto più difficile era il procedere in tali esperimenti, quanto meno eran noti i fatti, e non s'avea i mezzi, onde uno al presente può trar l'ajuto. Galilei stabilisce la proporzione dell'aria coll'acqua, come 1 a 400, il P. Mersenno, come 1 a 1346: smoderata differenza! Di tutti i Fisici, che di poi cercato hanno di risolvere questa quistione, niuno ha trovata l'aria tanto pesante, quanto ella il sarebbe, secondo il primo di questi risultati, nè tanto leggiera, quanto par che lo sia per forza dell'ultimo (*a*): e se si prenda un mezzo fra questi, pare assai verissimile con l'acqua piovana sia circa 900. volte più pesante dell'aria prese

I 2 l'una

(*a*) Boyle, nelle sue Esper. Fisico-meccan. conchiude, che l'acqua comune è 938. volte più pesante dell'aria: e in altri luoghi, egli varia su questa stima. Il Sig. Hombergio, come appar dalla Storia dell' Acc. delle Scienze, dopo d'aver mutato più volte parere, ha dato all'aria la proporzione con l'acqua, come d'1 a 1087; l'Halleio, come di 1 a 860; Hauxbèe, come d'1 a 885, Muschenbroek, come d'1 a 681.

l'una e l'altra in una mezzana temperatura, come di 12 gradi al di sopra del termine del diaccio, stando il barometro a 28 pollici.

Essendo i volumi in ragione reciproca delle gravitadi specifiche, vi bisognerebbe dunque un volume d'aria d'una densità uniforme ed eguale a 900 piedi cubici, per far equilibrio con un piede cubico d'acqua, che pesa 70. lire; dal che segue che la gravità assoluta d'un piede cubico d'aria, è appresso a poco un'oncia e due grossi (a).

Nota che sia una volta la gravità dell'aria non si deve più alcuno maravigliare in sentir la mano attaccarsi sopra un piccolo recipiente aperto nella sommità quando si fa in esso il vacuo colla macchina pneumatica: imperocchè finchè il vase è pieno d'aria così densa come quella dell'atmosfera, la mano si trova appoggiata non solamente su gli orli, ma ancora su la massa del fluido ch'è rinchiuso, e che resiste alla pressione esterna; ma quando il vacuo si è fatto, la mano, premuta tuttavia dall'aria esterna, non trovasi più sostenuta, se non dagli orli del recipiente, e per separarnela, converrebbe fare da giù in su uno sforzo capace di sollevar la colonna d'aria, che pesa di sopra. Ora il peso di questa colonna eguaglia quello d'un cilindro di mercurio, che avesse per base il piano, terminato dagli orli del recipiente, e da 27 in 28 pollici d'altezza, siccome s'è veduto per la famosa Esperienza di Torricelli (7. Lezione).

Di qui ne segue, che questa pressione è tanto

(a) *Wolf. Elem. Aerom. p.* 741. dice, che un piede cubico d'aria pesa un'oncia 27 grani.

to più grande e più sensibile, quanto il recipiente ha più d'apertura per di sopra, il perchè la mano vi s'attiene più che l'estremità d'un dito quando lo si pone sul ferro stesso, ch'è nel centro della piastretta; e per la stessa ragione una chiave forata che si succia, e che s'attacca poscia alla lingua o al labbro, tanto più difficilmente se ne distacca, quanto il canale è più grosso.

Quando si fa così il vacuo sotto la mano o sotto qualch'altra parte del corpo, si deve por cura che gli orli del recipiente non sieno troppo acuti; imperocchè potrebbono intaccare e offendere la pelle; se ne può far la prova con la metà d'un pomo, o con una fetta di rapa: alla prima pinta di stantuffo, accade quasi sempre, che se ne stacchi un cerchio, il quale entra nel vaso, con impeto e romore.

Quest'aderescenza, che si può far nascere mercè la pressione dell'aria esterna, potrebbe essere utilmente posta in opera nella Cirugia: non parlo della ventosa, già notissima a tutti, e l'uso della quale oggidì assai trascurasi in Francia; ma altre occasioni non mancherebbono, nelle quali s'avria bisogno di afferrare, per certo poco di tempo, una parte dilicata, la quale, per la sua figura, per il suo volume, o per la sua mollezza, non dà presa alle tente, ed agli altri istrumenti. Una piccola tromba, che avesse l'orificio formato a torricella, o padiglione, potrebbe congegnarsi in così fatta maniera, avere tai dimensioni, che s'adattassero all'operazione, e riuscire di mezzo sicuro e vantaggioso nelle mani d'un uomo valente e perito; tocca a quei del mestiere giudi-

care dell' applicazione, che potrebbe farsene.

Pare da bella prima, che questa pressione esterna dell' aria, che nasce dal suo peso, doverebbe spezzare le campane di vetro, onde si cuopre la piastretta della macchina pneumatica per fare il vacuo, ma ogni poco che vi si ponga mente, si scorgerà, che tai vasi, essendo sempre con uniformità ritondati in forma di cilindro o di volta, sono al sicuro di tale accidente: essendo che la superficie esteriore è necessariamente più grande che l' interna, tutte le parti che compongono la grossezza, rassomigliano a quella, onde si fanno le centine ed arcate; e sono altrettanti coni, o piramidi troncate, che vicendevolmente si sostengono, a misura che son premute verso un asse od un centro comune, per l' azione d' un fluido che pesa per tutti i versi. Si può veder nella Fig. 4. la grossezza d' un recipiente tagliato per dilungo del suo asse e nella Fig. 5. il vase medesimo tagliato parallelamente alla sua base.

Quel che prova, che la forma rotonda difende i vasi contro il peso dell' aria, quando d' essa son vuoti, si è il rompersi eglino infallibilmente, quand' hanno un' altra figura. S' applichi alla macchina pneumatica il vase ch' è rappresentato nella *Fig. 6.*, egli è aperto di qua e di là, come il recipiente, su cui s' applica la mano: ma in vece di otturarlo a questo modo, stendesi, e legasi di sopra un pezzo di vescica ammollata, che servegli di fondo, e che si lascia asciugare: a misura che la tromba fa la sua azione di sotto per vuotarlo, il peso dell' aria esterna fa prendere a cotesta vescica tesa la forma d' una calotta rovesciata, e finalmente ella crepa con dello scroscio. Un pez-

pezzo di vetro, o di specchio, che si ponesse in luogo di questa vescica, si spezzerebbe anch' egli, se fosse puntualmente applicato su gli orli del vaso, col mezzo d'una pelle frapposta o d'altra guisa. I vasi di vetro sottili, che sono molto schiacciati, e ordinariamente coperti di vinco, crepano spesso quando si accostan' alla bocca mezzo pieni di liquore per bere nel fiasco; imperocchè lo succiamento rarefa l' aria interna; ed il peso dell' atmosfera adoperando su i due lati piatti, li trae l'un verso l'altro, e spezza il vase.

Queste sorte di prove, e sopra tutto quelle della vescica, cagionano sempre qualche stupore alle persone, che le vedono la prima volta, per lo grande scroscio che le accompagna. Quest' effetto proviene dall' entrar che fa l' aria con una grande velocità (*a*) e tutt' in un tratto in volume grande, in un vaso vuoto, di cui percuote le pareti; imperocchè lo strepito procede primitivamente dall'urto de' corpi, come lo farem vedere nel decorso; ed i fluidi sono capacissimi di urtare i solidi.

S' osserva non so che di consimile, quando precipitatamente si trae fuora il coperchio d' un astuccio da curadenti, d' un calamajo da saccoccia, o l' animella d' una seringa, che sia turata dall' altro capo; quest' avviene perchè si fa una spezie di vacuo, cui l' aria esterna s' affretta a riempire, dacchè ha l' accesso libero: imperocchè mentre s' apre l' astuccio, la capacità A B, *Fig.* 7. cre-

 sce

(*a*) Secondo M. Papin, l' aria dell' atmosfera, rientrando nel vuoto, va con una velocità, che le farebbe percorrere 1305. piedi in un secondo, *Abreg. de Lowtorp.* Tom. I. p. 586.

ſce della quantità BC, e l'aria interiore tanto più rara ne diventa; poichè in luogo d'eſſere contenuta tra AB, come lo era nel ſuo ſtato naturale, ſi ſtende ſino in C: ma queſto ancor meglio s'intenderà, quando averemo ſpiegato in qual modo l'aria ſi rarefaccia, quando ſi fa uſo della macchina pneumatica.

La denſità dell'aria, da cui dipende la ſua gravità ſpecifica, non è coſtante: ella varia di molto, non ſolamente pel freddo e per il caldo, come avviene a tutte l'altre materie, ma ancora per una compreſſione più o men grande, alla maniera de' corpi elaſtici, perchè per tutto il tempo che l'aria è compreſſa, ella conſerva coſtantemente la facoltà di eſtenderſi e d'occupare un maggiore ſpazio, ſubito che ſi fan ceſſare le cauſe che riſtringono il ſuo volume; appunto come la crena, la lana, il piumaccio, ec. con queſta differenza però, che tutte queſte materie perdono la loro elaſticità in tutto od in parte, quand'elleno ſono troppo fortemente, o troppo a lungo compreſſe, dovechè l'aria ſi rimette ſempre appuntino: per lo men ſi può dire che non v'è ſino ad ora alcun fatto cognito, che provi il contrario (*a*).

L'aria ſi comprime ella ſteſſa nel ſuo proprio peſo, di maniera che quella che noi reſpiriamo nella pianura, è più denſa che quella che trovaſi ſopra una montagna; perchè queſta è caricata d'una colonna men lunga di quella.

Ma

(a) M. de Roberval ha ſerbata per 15 anni dell'aria compreſſa in una canna; a capo di tanto tempo, l'aria ha moſtrata quella forza ch'ella ſuol avere.

Ma in qualunque maniera che l'aria ſia compreſſa, la ſua molla fa ſempre equilibrio alla potenza, che reſtrigne il ſuo volume; di maniera che ſe la ſua reazione diventa libera, ella può far come fluido elaſtico, tutto quello che avrebbe potuto fare la forza; che s' è impiegata per comprimerla: le ſperienze ſeguenti ſerviranno di ſchiarimento e di prova a queſte propoſizioni.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

FEG, *Fig.* 8. è un tubo di vetro, ricurvo o rivoltato in forma di ſifone, il cui ramo più lungo ha circa 8 piedi di lunghezza, ed il più corto 12 pollici, contando da *d* in C: queſto tubo può avere internamente 3. o 4. linee di diametro, e la parte *d* G debb' eſſere perfettamente cilindrica; egli è aperto in E, e chiuſo in G; ed è attaccato ſaldamente ſopra una tavola così groſſa, che di facile non ſi pieghi, e diviſa in pollici da *d* in E, e da *d* in G. Eſſendo ritto in piedi queſt' iſtrumento, vi ſi fa ſcorrere un poco di mercurio, in maniera che il tubo nella curvatura ſia pieno; ſi continua a verſare del mercurio nel ramo più lungo, ed a miſura ch' egli ſi riempie, s' oſſerva ne' gradi notati da una parte e dall' altra, quali proporzioni ſerbino tra loro le elevazioni del mercurio ne' due rami.

EFFETTI.

Quandp il mercurio è ſollevato 4. pollici al di ſopra del punto *d* nel più corto ramo, contando dal livello di queſta elevazione, ſe ne trovano 14. pollici nel più lungo.

Continuando a verſare del mercurio, s' oſſerva che

che 6 pollici d'elevazione verso G, corrispondono a 28 pollici dell'altra parte; e 9 pollici a 84.

SPIEGAZIONI.

Avanti che si faccia scorrere del mercurio nell' istrumento, tutta la sua capacità è ripiena d'un' aria ch'è compressa dal peso stesso dell' atmosfera: mettendo del mercurio nella curvatura o sia nel angolo *d* del tubo, si divide quest'aria in due colonne, una delle quali E *d* soffre sempre la medesima compressione dalla parte dell'aria esterna, con cui ella comunica: e l'altra *d* G debb'essere considerata come una molla precedentemente tesa dal peso dell' atmosfera; finchè il mercurio è in equilibrio con se medesimo nella linea *d h*, facendo altresì questa piccola colonna d'aria per la sua elasticità equilibrio all'altra, che pesa in *d*, il suo volume non deve nè crescere, nè scemare, ma quando si aggiugne del mercurio nel più lungo ramo, non si solleva già egualmente nel più corto, perchè l'aria che vi si trova rinchiusa, gli fa ostacolo. Questa opposizione tuttavia non toglie, che non sia egli ristretto in un più piccolo spazio, perchè allora è premuto, non sol dal peso dell'atmosfera, come prima, ma ancora da una colonna di mercurio, la cui altezza non deve computarsi che dal livello della sua elevazione nel più corto ramo, perchè quel che ve n'è al di sotto di cotesta linea è eguale da una parte e dall'altra.

Si ha quì da richiamare quello che favellando noi nel barometro (Tom. II. Lez. VII.) osservato abbiamo; cioè che una colonna di mercurio d'in circa 28. pollici di altezza, pesa tanto quanto una colonna d'aria della medesima base e dell'

e dell'altezza dell'atmosfera: 14 pollici di mercurio aggiunti al peso dell'aria esterna, aumentano dunque d'un terzo la pressione ch'egli esercita contro quello ch'è tra G *d*; ecco perchè il volume di questa porzione d'aria si condensa; e questo cilindro, in luogo di restar lungo un piede, scema di 4 pollici, che sono il terzo della sua prima lunghezza.

Per la medesima ragione, quando la colonna di mercurio è di 28. pollici al di sopra del suo livello, il peso dell'atmosfera è raddoppiato, e l'aria che sostiene questa doppia compressione, non forma più, se non un cilindro di sei pollici d'altezza; vale a dire, che il suo volume scema la metà.

Finalmente 84 pollici di mercurio fanno tre colonne l'una sopra l'altra di 18 pollici cadauna, la cui somma pareggia tre volte il peso dell'atmosfera, e che debbono per conseguenza far perdere i tre quarti del suo volume alla colonna d'aria *d* G, ch'elleno comprimono; così questa colonna di 12 pollici si riduce a tre.

Questa esperienza, di cui siamo tenuti al Boyle (*Contra Linum p.* 42) ed a M. Mariotte (*Oeuvres de M. Mariotte* in 4. T. I. p. 153.) prova assai bene che l'aria compressa scema di volume, come la pressione cresce: e poichè la densità d'una materia cresce a misura che le sue parti si ravvicinano, ed occupano insieme un minore spazio, dir si può, che l'aria si condensa in ragione diretta de' pesi ond'è caricata. Tuttavolta è molto ragionevole credere che questa proporzione non abbia luogo nei gradi estremi; ovver bisognerebbe supporre gratuitamente, che

l'aria

l'aria per questo conto avesse un privilegio esclusivo : imperocchè non conosciamo corpo alcuno elastico, che possa essere compresso all'infinito, e sempre proporzionalmente alle potenze, delle quali egli prova l'azione. In oltre non essendo l'aria mai pura, e le materie delle quali è caricata, non essendo compressibili come l'è dessa; si dee credere, che dopo una grandissima compressione, le sue parti cesserebbono dall'essere flessibili, perchè sarebbono appoggiate sopra corpi stranieri, la natura de'quali è di non cedere ad alcuna forza nota.

Per fare con accuratezza puntuale l'esperienza, che ho poc'anzi riferita, bisogna 1. che i due rami dell'istrumento sieno paralleli fra essi, e tenerli in una situazione ben verticale, finchè si osservano le elevazioni del mercurio; imperocchè pesando i liquidi in ragione della loro altezza perpendicolare all'orizonte, se questi rami s'inclinassero, o pendessero obliquamente, la pressione non sarebbe come la lunghezza delle colonne ch'eglino racchiudono. 2. Bisogna avvertire di non riscaldare, o raffreddare il volume d'aria, contenuto nel ramo *d* G. imperocchè muterebbe dimensioni, independentemente dalla pressione ch'egli soffre dalla parte del mercurio, e dell'aria esterna. 3. Si dee por cura che il ramo corto sia interiormente ben bene cilindrico; perocchè d'altra guisa, parti eguali misurate sopra la sua lunghezza, non darebbono capacitadi simili, e non si potrebbe conchiudere con precisione il grado di condensazione dell'aria per l'accorciamento della colonna, ch'egli presenta, secondo che la compressione cresce.

III.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

II. *Fig. 9.* rappresenta una secchia piena d' acqua, di cui si osserva la temperatura col mezzo d' un termometro ch' entro vi s' immerge; si fa stare per forza in cotesto primo vase con un peso od altrimenti, un fiasco che ha l' orificio L L assai largo: si prepara quindi un turacciolo di soghero, che nel mezzo si fora perchè riceva il tubo del barometro K M, e si colloca l' un e l' altro in tal maniera, che la parte inferiore del barometro sia nel fiasco; dopo di che si versa sul turacciolo della cera ben liquefatta e mista di trementina, per impedire ogni comunicazione tra l' aria interna, e l' esterna, ma acciocchè il calor della cera non riscaldi l' aria interna, e non ne cambi la densità, bisogna congegnare a traverso del turacciolo e della sua incamiciatura, un canaletto, che si chiuderà quando tutto sarà raffreddato; allora si segna con un indice, a quale altezza il mercurio se ne stia nel barometro.

EFFETTI.

Non solamente il mercurio non si alza nè si abbassa nel momento ch' egli è rinchiuso; ma quantunque di poi lasci vedere alcune variazioni secondo la temperatura del luogo ov' egli è, ogni volta ch' egli è richiomato al grado di caldo o di freddo ch' egli aveva nel vase II. dove s' è fatta la preparazione, il mercurio si rimette all' altezza additata dall' indice: e questo effetto è sempre l' istesso a capo di molti anni.

SPIEGAZIONI.

Un istante prima che si chiuda il fiasco, l' a-

ria

ria ch' egli contiene, comunicando con quella di fuori; fa parte ancora dell' atmosfera, ne sostiene la pressione e la trasmette appoggiandosi contro le pareti interne del vaso, e contro tutto quello che vi si trova rinchiuso; quest' aria allora agisce come pesante sul recipiente del barometro; e sostiene il mercurio a 28 pollici. Subito che il fiasco è otturato, questa medesima massa d' aria non ha più se non il suo proprio peso, ch' è molto poca cosa in comparazione di quello dell' atmosfera, a cui ell' era giunta precedentemente: ma ella resta compressa secondo tutta la forza di questo peso, di cui non è più caricata, e la sua reazione è uguale a questa forza; per lo che ella sostiene come corpo elastico li 28. pollici di mercurio, ch' ella portava quando pesava con l' aria esteriore.

Segue da questa prova, che non solamente la molla dell' aria è eguale alla forza che l' ha compressa; ma si vede altresì che questa elasticità non si affievolisce, come quella degli altri corpi, per successione di tempo, poichè il mercurio si sostiene, o ritorna sempre al medesimo grado d' elevazione, quantunque per più anni si tenga la medesima massa d' aria in esperienza.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 10. rappresenta due emisferi concavi di rame, e di 6. pollici di diametro; all' uno de' quali è aggiunto un cannone, per cui può aggiustarsi alla macchina pneumatica: e l' altro porta un anello nel mezzo della sua convessità, per potersi facilmente sospendere. Questi due mezzi glo-

globi si uniscono in un globo; e per rendere più facile e più puntuale l'unione, uno de' mezzi globi ha a bella posta gli orli piatti, e larghi sì, ch'ecceda la lor larghezza sì fuori come dentro egualmente; questo largo giro in forma d'anello si cuopre di pelle ammollata, su la quale s'applicano gli orli dell'altro mezzo globo dirizzato con ogni diligenza.

Disposta così ogni cosa, si fa il vacuo in cotesta palla cava, e si chiude il cannone di comunicazione colla macchina pneumatica per tenerla in questo stato; quand'ella è poi staccata dalla detta macchina, si congiunge col cannone un uncino di metallo capace di portare un peso di 60. lire, e si attacca l'anello a qualche punto fisso.

EFFETTI.

Quando questi due emisferi così uniti sono appesi, come vedesi nella *Fig.* II. il peso di 60. lire, che vi si attacca, non è capace di separarli l'uno dall'altro; e dacchè si apre il cannone per lasciar rientrare l'aria, la più piccola forza li disgiugne.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Quando i due emisferi sono attaccati insieme, mercè l'evacuazione dell'aria, in luogo di torli via dalla macchina pneumatica, si disviti solamente di due o tre giri il cannone per cui sono gli emisferi ad essa macchina applicati, acciocchè si possa fare il vuoto in un recipiente, di cui s'avranno a coprire. Questo recipiente o vase debb'essere aperto nella sommità, e guernito d'un bossolo di rame riempito di pelli crude, premute le

une

une ſopra l'altre, a traverſo delle quali ſi fa paſſare un gambo di metallo ben ritondato e cilindrico. Queſto gambo porta da un lato un anello, col quale ſi può farlo movere da giù in ſu, ed in giro; e dall'altro ſuo capo s'aggiuſta un uncino, che s'ingaggia nell'anello del mezzo globo ſuperiore, ſiccome ſta eſpreſſo nella *Fig.* 12.

Col mezzo di queſto boſſolo di pelli, quand' è ben fatto, può traſmetterſi ogni ſorta di movimenti nel vacuo, ſenza che i varj movimenti del gambo facciano rientrar l'aria, almeno d'una quantità ſenſibile. E'inutile il dire, che in luogo dell'uncino, di cui ſi fa uſo in queſt'eſperienza, ſi può aggiuſtar al capo di coteſto gambo ogni altro ordigno, di cui ſi abbiſogni ſecondo le circoſtanze.

EFFETTI.

Rarefatta che ſia l'aria del recipiente ad un certo grado, e che ſi tiri il gambo del boſſolo di pelli da giù in ſu, i due mezzi globi ſi ſeparano ſenza fatica; e ſe ſi rimetta al ſuo luogo quello che ſi è ſollevato, facendo rientrar l'aria nel recipiente, ſi attaccano sì fortemente, come l'erano prima, che ſi collocaſſero nel vuoto.

SPIEGAZIONI.

I due emisferi non s'attaccano inſieme, ſintanto che l'aria, che vi ſi trova rinchiuſa, dimora nel ſuo ſtato naturale; cioè così denſa, come quella ch'è di fuori; perchè lo sforzo, ch'ella fa per eſtenderſi, e per diſgiugnere queſti due mezzi globi che le fann'oſtacolo, è preciſamente eguale a quello dell'atmosfera, che li preme eſteriormente, ciaſcuno d'eſſi ſi trova in equilibrio tra due potenze di egual valore.

Ma

Ma quando quest' aria interna trovasi rarefatta dall' azione della tromba, la forza della sua molla è tanto più indebolità; l' equilibrio è rotto, e la coesione de' due emisferi è proporzionale alla differenza che vi è tra la densità dell' aria che preme esteriormente, e quella dell' aria che resiste di dentro, di maniera che, se questa potesse essere ridotta a nulla, bisognerebbe impiegare, per separar questi due pezzi, uno sforzo un poco più grande che il peso d' una colonna intera dell' atmosfera, la cui base avesse sei pollici di diametro; lo che sarebbe più di 400. lire; supponendo solamente, secondo il calcolo comune, che una colonna dell' atmosfera faccia una pressione di 10, ovver 11 lire sopra uno spazio circolare d' un pollice di diametro.

Quando si è collocata la palla vuota sotto un recipiente, che le toglie ogni comunicazione con l' atmosfera, non è più per verità il peso di quest' atmosfera, che ritiene i due mezzi globi l' un congiunto coll' altro; ma è la reazione d' una massa d' aria compressa precedentemente da questo peso, e ch' è capace de' medesimi effetti; perlochè questi due pezzi non si separano facilmente, se non quando è allentata la molla dell' aria ch' è dintorno, con diminuire la sua densità per mezzo di molte pinte di stantuffo, fin a tanto che sia così rarefatta come quella che resta nella palla.

Se l' aria rientrando nel recipiente, trova i due emisferi riuniti in tal guisa, che non possa introdurvisi, ed ivi estendersi, come nel resto del vaso, li preme di nuovo l' un contro l' altro, per la stessa ragione, che da prima erano stati attac-

cati, e con egual forza, se vi è la medesima differenza tra le due arie, quella del di fuori e quella del di dentro.

APPLICAZIONI.

In conseguenza de' principj, de' quali si son vedute poc'anzi le prove, si fa appunto il vuoto in vase col mezzo della macchina pneumatica; imperocchè abbassando lo stantuffo da un capo all'altro della tromba, si fa nascere uno spazio senz' aria, nel quale l' aria del recipiente non manca d'estendersi in virtù della sua elasticità; ma una massa d'aria che si ripartisce così a due spazj, diviene necessariamente più rara in ciascuno; laonde il peso dell' atmosfera produce nel medesimo tempo i due effetti seguenti: 1. attacca il recipiente alla piastretta, come si è veduto, ch' egli fa stare coerenti insieme i due emisferi di metallo: 1. se l'aria esterna non può rientrare per la sommità della tromba, questo medesimo peso dell' atmosfera rimonta lo stantuffo in parte, cioè fin a tanto che l'aria ch'è nella tromba, sia così densa come l'esterna.

Quest' ultimo effetto merita attenzione: a parecchi viene a noja la macchina pneumatica semplice, per la difficoltà che trovano in rimontare lo stantuffo: questa difficoltà è in gran parte tolta, e risparmiata, quando si fa la chiave del canaletto di comunicazione in tal maniera che l' aria possa bensì passare dal di dentro al di fuori della tromba, ma non reciprocamente: imperocchè con questa precauzione (Vedi le Mem. dell' Acc. per l'anno 1740. p. 413.) lo stantuffo si solleva come da sè; e resta poi molto poco

da

da fare, massime allorchè si va da presso agli ultimi gradi di rarefazione.

In quanto alla coesione del recipiente colla piastretta, ella cresce a misura che l'aria si rarefà; e questa rarefazione, ad ogni pinta dello stantuffo, segue la proporzione delle capacitadi. Se per esempio quella della tromba è eguale a quella del recipiente, al primo colpo, la densità dell' aria, scemá della metà, perchè il suo volume diventa doppio, poichè riempie due spazj simili a quello ch'egli occupava da prima; al secondo colpo, o sospinta; si rarefà ancora con la stessa proporzione, e per conseguenza la sua densità è ridotta al quarto, e così di mano in mano; donde appare che una macchina pneumatica, per quanto sia perfetta, non può mai vuotare perfettamente l'aria del recipiente, poichè la densità di quest'aria scema sempre con proporzione geometrica. In una parola, per non formare un' idea falsa del vuoto che a questo modo si fa, deesi considerare il recipiente come sempre pieno, ma d'un fluido, la cui densità via via più si diminuisce, fin tanto che la molla delle sue parti sia tanto svolta ed allentata quanto esser mai lo può, in uno spazio, dov' è poco alle strette, dico poco alle strette, per non dire assolutamente, che non lo è più; imperocchè appare che lo sia ancora dopo che si son consumati tutti gli sforzi della miglior macchina pneumatica; siccome vedremo delle cose che si diranno appresso.

Che la rarefazione dell'aria nel recipiente, sia proporzionale allo scambievole rapporto che v'è tra la capacità di cotesto vase, e quella della tromba; questi è un fatto, di cui è agevole l'accer-

certarsi con l' esperienza: si adatti un barometro ad un recipiente, la cui capacità stia con la capacità della tromba, come 2 a 1; e si applichi alla macchina pneumatica, nella maniera che si vede nella *Fig.* 13. alla prima pinta di stantuffo, la densità dell' aria sarà diminuita d' un terzo; così il mercurio discenderà d' un terzo dalla sua altezza: venendo giù da 27 pollici, egli sarà dunque ne' 18: alla seconda pinta, l' aria sarà d'un terzo ancora più rara, ch' ella non era dopo la prima sospinta; ed il mercurio discenderà altresì il terzo di 18 pollici, cioè a 12, e sempre così la terza parte dell' ultimo residuo.

Ben avverato questo fatto, si potrà dunque trovare in un subito la proporzione delle capacitadi tra un recipiente e la tromba, alla quale egli si applica, e se si conoscerà la grandezza assoluta d' una, questa comparazione farà conoscer l' altra: imperocchè primieramente, se il mercurio discende alla prima sospinta di stantuffo, il quarto della sua altezza, si può conchiudere in tutta sicurezza, che la capacità del recipiente è a quella della tromba, come 3 ad 1. E in 2 luogo se si sa, che la tromba tiene un boccale, si saprà che il recipiente ne tiene tre: questa maniera di misurare il contenuto de' vasi potrebbe avere delle utili applicazioni.

Si può parimenti, con tal mezzo, stimare i gradi di rarefazione dell' aria, ed è lungo tempo che si applica per quest' effetto il barometro alla macchina pneumatica: ma come d'ordinario non si ha bisogno di conoscere esattamente lo stato dell' aria, se non quando s' avvicina agli ultimi gradi di rarefazione, si può allora dispensarsi dall' ado-

adoperare un barometro intero, che sarebbe troppo casuale, e sempre di molto inbarazzo; poichè in un'aria sommamente rarefatta il mercurio non mantiene se non alcuni pollici od alcune linee di altezza; e si può considerare il resto del tubo, che riman vuoto al di sopra, come inutile, e sopprimerlo; per tal mezzo, basta aver in pronto un barometro troncato, cioè un picciolo sifone rivoltato o curvo, il ramo più lungo del quale riempiuto di mercurio è sigillato ermeticamente nella sommità, e che si attacca ritto un piedi sopra una piccola base di piombo con una regola di legno sottile; e divisa in gradi in pollici, e linee. Vedi la *Figura* 14. Ma si valga uno di questa spezie di scandaglio e misura, o adoperi il barometro intero, non vedrà mai discendere il mercurio perfettamente al suo livello; resta egli sempre elevato un poco più alto, se non ostano cagioni estranee (*Vedi le Mem. dell' Acad. delle Sc. An.* 1741. *pag.* 345.). Non si dee però accagionarne il peso dell'aria che rimane nel recipiente: la colonna che corrisponde a quella del mercurio è troppo corta, e la sua densità troppo diminuita, ned ella ha però una gravità sensibile; ma è naturale il pensare, che quando l'aria è estremamente rarefatta, la sua molla, tuttochè ancora bastevole per sostenere una linea di mercurio, è già tanto indebolita, che non può sforzare e superare i vapori grassi, e gli attriti, che s'oppongono al suo passaggio nell'angusto canale di comunicazione. Quest'è un piccolo difetto, da cui le macchine pneumatiche, anche le meglio fatte, non vanno esenti; ma questo difetto non ha conseguenze di rilievo; e

K 3 quan-

quando è solo, si può sempre con sicurezza ridurre la densità dell'aria a $\frac{1}{300}$ di quella ch'ell' ha quando il barometro mostra 28 pollici, imperocchè una buona tromba abbassa il mercurio appresso a poco ad una linea dal suo livello, e 28 pollici danno 336. linee.

Se ben s'intenderà in qual maniera eserciti l' aria la sua azione, o per lo suo peso, o per lo suo elaterio, facilmente spiegherassi un'infinità di fatti curiosi, che l'uso delle macchine pneumatiche, e la facilità che s'è acquistata di fare il vuoto, hanno data occasione di conoscere.

Una vescica nella quale si chiuda un poco d' aria, e che tengasi nel vacuo, non manca di gonfiarsi, perchè quel poco d'aria ch'ella contiene, si rarefà a misura, che quell'aria che la circonda, va perdendo della sua densità: ed in tal caso un piombo, il qual pesasse 12. 015. lire, non l'impedirebbe dal gonfiarsi; perchè non sarebbe equivalente alla pressione dell'aria, che si fa cessar d'oprare attorno di lei nel recipiente.

Per la stessa ragione, un vase di vetro sottile e pieno d'aria, ben otturato, crepa nel vuoto, perchè niente più v'è, che faccia equilibrio alla molla d'aria ch'egli contiene, e che fa un continuo sforzo per dispiegarsi.

Un ovo posto in un bicchiere si vuota per un piccolo foro, che si è fatto nella parte dell' ovo inferiore, quando si rarefà l'aria che lo circonda; per lo medesimo foro parimenti si riempie quando si lascia entrar l'aria nel recipiente: la ragione si è, perchè un ovo, massimamente stantìo, contien dell'aria che galleggia nel luogo più alto del suo guscio, a cagion della sua leg-

ge-

gerezza: quest' aria si estende, e sospigne dinanzi a sè la materia propria dell' ovo, a misura che si diminuisce la pressione dell' aria esterna, con la quale ell'era da prima in equilibrio, dacchè si restituisce l' aria nel recipiente; la sua pressione fa rientrar tutto quello ch' è uscito dal guscio, e rinserra l' aria interna nel primo spazio ch' ella occupava.

Questa spiegazione si fa sensibile, se in una ampolla piena d' acqua, di cui s' immerga l' orifizio in un vase, lasciasi una bollicola d'aria, che non manca mai d' occupare parte superiore, e se si faccia poi passare il tutto nel vuoto. Vedi la *Figura* 15. imperocchè a misura, che l' aria del recipiente si raresà, vedesi che la bollicola d' aria si estende sempre più (*a*), e ch' ella precipita l' acqua ch' è con essa rinchiusa; dopo di che, se l' aria rientrerà nel recipiente, il liquore tornerà a salire, e l' aria ripiglierà il suo primo volume al di sopra d' esso.

Un pomo vecchio appiana le sue grinze nel vuoto, e torna liscio, come se fosse appena colto, perchè l' aria ch' è sotto la pelle, distendesi e la solleva; ma all' opposto, più s' aggrinza di prima, quand' egli si trae fuori del vuoto, perchè l' aria che vi era contenuta, allargandosi, n' è in parte uscita, e tanto meno ne resta, per resistere alla pressione dell' aria esterna; e

 quin-

(a) Da una simile esperienza M. Mariotte conchiude, che l' aria, uscendo dallo stato, in cui ell' è su la superfizie della terra, può riempire uno spazio 4000 volte più grande, che quello ch' ella suole occupare. *De la nat. de l' air*, p. 173.

quindi è che le pieghe o grinze della sua pelle s'accrescono.

Sarebbe superfluo addur quì tutte le sperienze di questa fatta, le quali spiegherebbono più tosto un dilettevole e giocondo spettacolo, che un concorso di prove necessarie, per confermare, o per dilucidare i principj, che già crediamo d' avere sodamente stabiliti; basta che s'intendano bene alcuni di questi fatti; tutti gli altri diventano poi facili da spiegare.

Ma dopo d'aver fatto conoscere la molla dell' aria tesa dal peso dell'atmosfera, ed i varj gradi di rarefazione, onde questo fluido è suscettibile, uscendo dallo stato in cui comunemente egli è su la superfizie della terra; opportuno mi sembra di far ora vedere, quanto accrescer si possa la sua densità, ed il suo elaterio, quando esso fluido dell'aria si sottomette ad una pressione più grande, che quella dell'atmosfera.

VI. ESPERIENZA.

Preparazione.

La *Fig.* 16. rappresenta un vase di rame, il qual si riempie d'acqua, fino ai due terzi incirca della sua capacità: vi si aggiugne il canale NO, guernito d' una chiave o cannoncino di comunicazione, che s'aggiusta a vite al vase, e la cui estremità inferiore O, ch'è aperta, discende una linea vicino al fondo. Si adatta in N la piccola tromba calcante PR, *Fig.* 17. con la quale a forza s'introduce molt'aria; dopo di che, chiuso il cannoncino di comunicazione, si leva via la tromba, per adattarvi in sua vece una spezie d'aspergolo.

La

La tromba prende l'aria per un foro fatto apposta in P, al di sopra del quale si solleva lo stantuffo; e questo medesimo stantuffo, discendendo, la sforza a passare per un piccolo foro fatto in fondo, e sopra 'l quale s'è messa una lenguella, o valvula nel di fuori, per impedire, che l'aria non ritorni nella tromba, quando si solleva di nuovo lo stantuffo.

EFFETTI.

Dacchè si apre il canaletto a chiave, l'acqua esce dal vase in forma di getto, che in prima ascende all'altezza di 25. o 30. piedi, e che sul fine s'abbassa.

SPIEGAZIONI.

La quantità d'aria, che si sforza ad entrare nel vase, vien su da prima a traverso dell'acqua a cagion della sua leggerezza, e corre ad unirsi con quella che occupa il sito L N Q, di cui pur accresce altrettanto la densità; quest'aria così compressa ha una forza elastica molto più grande, che il peso dell'aria esteriore, che resiste all'orifizio N del canale. Questa forza si dispiega sopra la superficie dell'acqua, e la sospigne per lo canale ch'è aperto, con tanto più di velocità, quanto v'è differenza tra la densità dell'aria ch'è chiusa nel vase, e quella dell'aria esteriore; e sendo che cotest'aria che spigne l'acqua, trovasi più libera e dilatata, a misura che il vaso si vuota, la sua molla vie più s'indebolisce; e per questa ragione, il getto ne diventa meno elevato sul fine.

Quando per avventura si dasse luogo al dubbio, se in realtà l'effetto qui descritto provenga, siccome diciam noi, da una mancanza d'equilibrio

rio tra l'aria del vase, e l'esterna; agevol sarebbe deporlo, e rimaner convinti, sol che si badi ad una bella esperienza, che merita d'esser quì riferita.

Si può saldare e conglutinare un cannoncino finito in punta, con un piccolo fiasco della medesima materia; così che sia questo in piccolo, ciò che in grande è il vase di rame dell'Esperienza precedente: se questo fiasco si rovescierà in una tazza piena d'acqua, e si coprirà il tutto con un recipiente su la piastretta d'una macchina pneumatica, come nella *Fig.* 18. a misura che si farà il vacuo, si vedrà uscire dal fiasco una parte dell'aria, che formerà onde, e gorgoglierà nell'acqua della tazza; e poscia, allorchè si lascerà rientrar l'aria nel recipiente, la sua pressione spignerà nella bottiglia o fiasco tant'acqua, quant'aria ne sarà uscita. Io non mi fermo a spiegare questi due primi effetti, che già debbono intendersi dalle cose dette di sopra. Ma se si raddrizzerà il fiasco, come nella Fig. 19. e si rarefarà di nuovo l'aria nel recipiente, quella ch'è al di sotto dell'acqua, venendo anch'ella a rarefarsi, farà nascere uno spruzzo o getto, che tanto più in alto salirà, quanto più sarassi interrotto l'equilibrio tra le due arie. Quì non è l'aria compressa artificialmente, che sforzi la resistenza del peso dell'atmosfera, come nell'esperienza precedente, ma è la molla naturale di questo fluido, che si mette in istato di agire, indebolendo il fluido, che gli resiste nell'orifizio della bottiglia; è sempre un'aria più forte contro un'aria più debole: in breve, è acqua che sta fra due porzioni d'aria, le quali non sono più in equilibrio.

VII.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 20. rappresenta una spezie d'archibugio, composto di due canne di metallo, collocate una nell'altra, e tra le quali resta uno spazio ben chiuso, ove si condensa fortemente l'aria col mezzo d'una piccola tromba calcante, ch'è alluogata nel calzo. Vi sono due valvule o lenguelle, cioè una all'estremità della tromba, per impedire, che non vi ritorni l'aria, quando si tira lo stantuffo: e l'altra all'estremità della canna interna dalla parte della culatra, dove si ha l'avvertenza di mettere una palla di calibro. L'ultima di queste lenguelle si leva col mezzo d'un passerino, per lasciar passar l'aria nella piccola canna, e rinchiudersi di nuovo prontamente, affinchè non ne scappi se non una parte. Ma essendo queste sorte d'armi molto in uso, io ho fatto lavorare a bella posta quella di cui mi servo, in maniera che non si corra alcun rischio nel metter le palle, e che si possa levarle, senza essere obbligato a scaricar l'aria; per tal uopo vi è un canale o serbatojo, che contiene 12. palle, ed una spezie di chiave, che comunica e si gira, per collocarle successivamente nella direzione del piccolo cannone, o per traportarnele, se si vuol tirare. Per conservar a quest'istrumento tutta la forma esterna d'un fusile, l'abbiam guernito d'una piastretta, il cui ferretto serve a girare la chiave del canaletto che comunica; e col moto del cane si fa levar la lenguella.

EFFETTI.

Armato ch'è il cane, e lasciato poi giù, la pal-

palla ſcatta con tanta forza, che ſi può molto bene aſſeſtarla e dirizzarla a 70 paſſi lontano in un circolo d'un piè di diametro.

Gli ultimi colpi hanno ſempre molto meno di forza che i primi; ma comunemente l'ottavo penetra ancora una tavola di quercia, groſſa 6 linee, e poſta in diſtanza di 20. 25. paſſi.

L'aria e la palla nell'uſcire fanno poco romore, maſſimamente ſe il luogo dove ſi ſta, non è chiuſo; queſto ſcoppio non è più che un ſoffio gagliardo, che appena ſi ſente in diſtanza di 30, o 40 paſſi.

SPIEGAZIONI.

Dopo la ſpiegazione che ho data dell'eſperienza precedente, la ſola preparazione di queſta dee baſtare per farne intendere gli effetti: l'aria condenſata tra le due canne fa sforzo per uſcire; dachè le ſi dà l'uſcita per la piccola canna, porta via ſeco tutto quello che v'incontra; la palla riceve dunque una velocità eguale a quella con la quale queſt'aria ricomincia ad uſcir fuori. Ma eſſendo che la lenguella non reſta aperta ſe non un iſtante, non ne ſcappa fuori in una volta, ſe non quanto è d'uopo per far partire una palla: frattanto le ultime ſono cacciate più debolmente, perchè la molla dell'aria ſi diminuiſce a proporzione, che quel che n'eſce, le laſcia più luogo per eſtenderſi. Lo ſcroſcio è incomparabilmente più debole, che quello di un'arma da fuoco, perchè nè la palla, nè l'aria che la ſoſpigne, non percuotono mai l'aria eſterna con tanta violenza e prontezza, quanto fa una carica di polvere infiammata, la cui eſploſione faſſi con una velocitade eſtrema. L'archibugio da vento,

to, (ch'è il fin quì descritto da noi) si fa però più sentire in un luogo chiuso, che all'aperto, perchè allora la massa d'aria, che è percossa, essendo appoggiata e contenuta da muraglie, o in altra maniera, fa una resistenza maggiore.

Applicazioni.

I fusili, le pistolle, o canne da vento, sono istrumenti più curiosi che utili; la difficoltà di fabbricarli, quella di mantenerli lungo tempo in buono stato, li rende necessariamente più cari, e di men comodo, e men sicuro uso, che i fusili da polvere ordinarj: il solo avantaggio che potrebbe in essi trovarsi, quello cioè di colpire senza essere sentiti, potrebbe diventar pregiudiziale nella società, e mi pare un molto saggio avvedimento, il coartare e ristrignere più che sia possibile l'uso di così fatti istrumenti. Color che li amano, ne favellano spesso e con entusiasmo; ma fan lor più d'onore che non meritano, attribuendo ad essi quegli effetti, de' quali in realtà non sono capaci: non è vero, per esempio, che abbiano mai tanta forza, quanta un'arma da fuoco; ed è cosa rarissima, che le lenguelle tengano con tanta costanza l'aria, che si possano tenere per lungo tempo caricati.

Se le storie che si raccontano della *polvere bianca*, hanno qualche realità, debbonsi senza dubbio intendere nel senso figurato, del fusile da vento, ch'è capace di portare un colpo micidiale, senza fare strepito notabile; imperocchè non venendo lo strepito d'un fusile dal colore della polvere, ma essendo una conseguenza necessaria dell' esplosione velocissima ond'ella è capace, debbesi credere, che ogni materia, la qual si dilati con

la

la medesima velocità, sia ella bianca o nera, scoprierà all' istesso modo.

In quanto poi alle fontane artifiziali, dove l' acqua riceve il suo moto dall' elaterio dell' aria, elleno variar si possono in cento guise differenti, più curiose e piacevoli le une che l' altre: e tanto più lo sono, quanto che vi si vede salir l' acqua al di sopra della sorgente: al contrario de' getti ordinarj, che si fanno, come ognun sa, per mezzo d' una caduta d' acqua, il cui ricettacolo o fondo è più alto. Un solo esempio mi basterà; imperocchè non è bene fermarsi senza frutto, in cose, che già s' attrovano in tutti i libri di Fisica.

La Fontana rappresentata nella *Figu.* 21. porta il nome di Herone, che ne vien creduto l' Inventore; ella si costruisce per ordinario di due bacini, o cassette di mettallo, che si congiungono col mezzo di tubi della stessa materia: questa è fatta di vetro, affinchè se ne vegga meglio il meccanismo; la materia e la forma esteriore sono affatto indifferenti; variar si possono secondo il gusto particolare di ciascheduno. Per far giocare questa Fontana, io riempio d' acque tre quarti del globo A B per il canale C D, ch' è aperto da una parte e dall' altra; ne metto poscia nel bacino o conca G H, per tener sempre pieno il tubo I K, ch' è aperto da un capo all' altro. Questa colonna d' acqua, che tende a spandersi nel globo inferiore E F, carica con tutto il suo peso la massa d' aria, di cui egli è pieno: quest' aria così compressa, scappa per lo canale L M, e dispiega il suo elaterio sopra la superficie dell' acqua, ch' è in A B, e finalmente quest' acqua premuta dall' elaterio dell' aria, scappa in for-

forma di getto per lo canale C D, a capo del quale (se si vuole) si mette un ordigno tutto bucato, che spande l'acqua a zampilli.

Basta mettere da bella prima un poco d'acqua nel bacino per empire il tubo I K; il getto che indi tosto ne nasce, somministra il bastevole per tenerlo pieno; e lo scorrimento d'acqua che si fa così dal globo A B, ricade in quello da basso, che si vuota dopo l'operazione, per un canaletto a chiave ch'è di sotto.

Si fa pure uso dell'elaterio dell'aria compressa, per rendere continuo l'effluvio d'una tromba, che ha un solo stantuffo: supponiamo, per esempio, che la tromba *n, o p*, *Figura* 22. di doppio uso, cioè aspirante e calcante, sia involta d'un vase cilindrico di metallo, che forma attorno di lei uno spazio ben chiuso Q R S, che comunica col tubo ascendente T V. Quando l'acqua sollevata per aspirazione sotto lo stantuffo, sarà sforzata di poi dalla compressione a passar per la lenguella, o valvula ch'è in *o*, non solamente ella si eleverà nel tubo, ma ascenderà patimenti verso Q R, nello spazio ch'è attorno della tromba, ed elevandosi così, tenderà la molla dell'aria, la qual sarà tra lei ed il fondo di cotesta cavità. Laonde, finchè si rimonterà lo stantuffo, per fare una nuova aspirazione, la reazione di cotesta massa d'aria compressa, supplirà alla pressione dello stantuffo, e farà continuare l'effluvio in V.

Per questo mezzo si guadagna per certo qualche vantaggio nella velocità; imperochè somministrando il tubo T V dell'acqua senza interruzione, ne passa una maggior quantità in un certo

to tempo : ma quest' avvantaggio non s'acquista che a costo della forza, che debb' essere più grande dalla parte del motore, poichè ne abbisogna non solamente per portare il peso dell' acqua che pesa in T, ma ancora per comprimere l' aria, di cui si vuol tendere la molla. Del resto vi ha molti casi, ne' quali non poco importa di somministrar dell' acqua senza interruzione; e per questo motivo, si fabbricano a questa maniera quelle piccole trombe, cotanto in uso nell' Inghilterra, e in Ollanda, e da alcuni anni in qua, a Parigi (*a*); con le quali ogni uno può fermare almeno il progresso d' un incendio nascente, aspettando de' soccorsi più validi.

Dopo l' invenzione della macchina pneumatica, si è fatto una gran quantità di sperienze nel vuoto, o sia nell' aria rarefatta á gradi differenti: naturalmente si potea ben pensare che molte ancora far se ne potessero nell' aria più del suo ordinario condenseta; e molti Fisici hanno infatti già posto mano all' opera: per queste sorte di prove si adopra un vase capace d' una grande resistenza, e vi si fa entrare dell' aria per forza con una piccola tromba simile a quella, di cui ci siamo serviti quì sopra, per la fontana di compressione. (*Figura* 17.) Ma l' aria che passa così per una tromba, si carica di vapori crassi ed umidi; e sarebbe in molti casi desiderabile ch' ella fosse più pura, affinchè ciò, che risulta dall' esperienza, non possa attribuirsi a verun' altra co-

(a) Il Signor de Gensanes ha un maggazino di queste trombe, per venderle, o noleggiarle. Egli abita nella strada di Montmartre, vicino a San Giuseppe.

cosa che al grado di compressione, che si è fatto prendere alla densità della sua propria materia. Questa considerazione m' ha fatto escogitare una nuova macchina, con la quale si potrà comprimer l' aria, senza diminuire il grado di purità ch' ell' ha nell' atmosfera, e forse anche accrescendolo; dacchè vi avrò dato l' ultima mano, se la cosa ne porterà il pregio, la farò pubblica nelle Mem. dell' Accad. delle Scienze, in seguito degli Strumenti che servono alle Sperienze dell' Aria, delle quali ho incominciata la descrizione.

Appare dagli esperimenti Boileani, che si può per compressione rendere il volume d' una massa d' aria 13. volte più piccolo, ch' egli non è nel suo stato naturale su la superfizie della terra. Degli altri Filosofi hanno estesa dapoi questa prova, con diverse operazioni; quegli che sembra aver fatto più di tutti per questo conto, è il Signor Hales, che dice (*nella sua Stat. de' Veget. nell' append. p. 390.*) d' aver ridotta l' aria alla 1837. ma parte del suo volume ordinario (*a*); sopra di che il Muschenbroekio fa una riflessione giudiziosa. " L' aria, per questa esperienza, è di„ venuta, dic' egli, più di due volte altrettanto „ pesante che l' acqua; però non potendo l' ac„ qua essere compressa, di quì appare, che le „ parti aeree debbon essere d' una natura molto „ differente da quella dell' acqua, imperocchè al„ trimenti se l' aria fosse della, medesima natura, „ non si avrebbe potuto ridurla se non a un „ volume 800. volte più piccolo; sarebbe stato „ dun-

(a) V' è dell' oscurità nel calcolo dell' Hales; il traduttore crede che bisogni correggere il resultato, e sostituire a 1837, 1551.

,, dunque allora appuntino così denso come l'
,, acqua, e avrebbe pure a tutte le sorti di pres-
,, sioni resistito con una forza eguale a quella
,, che osserviam nell'acqua.

In quest'occasione il Sig. Halers propone una specie di misura, per le altezze del mare; ma essendo che la regola del Sig. Mariotte sopra la condensabilità dell'aria, è solamente giusta ne' gradi medj di compressione, e non si sa con quale proporzione questo fluido si comprima ne' gradi estremi, cotesta misura non potrebbe aver luogo.

Il Sig. Amontens non solamente non rivoca in dubbio questa grande condensabilità dell'aria, ma l'ha eziandio supposta, prima ch'ella si conoscesse per esperienza, come un principio col quale si può spiegare, secondo lui, certi moti intestini del nostro globo; imperocchè dopo d'aver provato che la molla dell'aria, avvalorata dal caldo, è tanto più forte quanto questo fluido ha più di densità; non dubita punto che i terremoti non possano essere eccitati da masse d'aria sotterranea, che si dilatano; e fa vedere, che la parte inferiore d'una colonna dell'atmosfera, prolungata 18 leghe verso il centro della terra, averebbe in tale profondità una densità eguale a quella del mercurio. (*Vedi Mem. de l'Acad. 1703. p. 101.*)

Le sperienze precedenti, e le osservazioni che vi abbiamo soggiunte, hanno mostrato, come l'aria muti densità, ed in qual maniera il suo elaterio cresca o scemi per una più o men grande pressione: resta ora da sapersi, quali effetti producano il caldo ed il freddo su questo fluido.

Non è quì il luogo d'esaminare, qual sia la na-

natura del fuoco, nè com' egli adoperi su i corpi; tali questioni si tratteranno nel decorso di quest' opera con la convenevole ampiezza; direm solamente per anticipazione, e per agevolare l' intelligenza degli effetti, che quì abbiamo da spiegare, 1. che il freddo non è un ente reale, nè una qualità positiva, ma bensì lo stato d' un corpo ch' è attualmente men caldo di quel che sia stato, o ch' esser possa; in guisa che non vi è niente nella natura, che sia assolutamente freddo; il ghiaccio, per esempio, non è freddo se non per comparazione coll' acqua, ond' egli è formato, o con qualche corpo più caldo; questa verità si diluciderà maggiormente da noi nel decorso, e si convaliderà con tutte le prove necessarie. 2. Si può considerare il calore, come l' effetto d' una materia estremamente sottile, la cui abbondanza od azione tien separate, le une dall' altre, le parti proprie del corpo ch' ella penetra, e comunica loro una parte del suo moto.

Considerando il calore sotto questa idea, si capiranno facilmente due effetti notabilissimi, ch' egli produce in una massa d' aria, e che noi verremo quì additando per via d' esperienze: il primo di questi effetti è, ch' egli ne accresce il volume, vale a dire, che una medesima quantità d' aria è capace d' occupare più o meno di luogo; quand' ella è più o meno riscaldata: il secondo effetto del calore su l' aria, è di accrescerne l' elaterio, a proporzione della pressione, ond' ella è caricata: di maniera che un medesimo grado di caldo, applicato ad una medesima aria doppiamente, e triplicatamente condensata, le dà una

molla doppia, o tripla, come si vedrà dalle circostanze de' fatti che siam per descrivere.

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Fra molti tubi di vetro, quai son quelli onde si fanno i barometri, ne bisogna scieglier uno che abbia circa un piede o 15. pollici di lunghezza, e che sia per tutto d'un diametro eguale; lo che si conoscerà facilmente, facendo andare da un'estremità all'altra una colonnetta di mercurio; imperocchè se questa è sempre della stessa lunghezza in tutti i luoghi del tubo ov'ella si troverà, quest'è un segno, che la capacità e eguale in tutte le parti simili. Bisogna poscia sigillare ermeticamente una delle estremità, e porlo sopra brage ardenti, per farlo riscaldare finchè sia rovente, allora egli si prende con mollette, per immergere subito l'estremità, la quale è aperta, nel mercurio bollente, e lasciasi poi raffreddare il tutto. Vedi la *Fig.* 23.

Per dare un certo e noto grado di raffreddamento, si mette per alcuni minuti l'estremità ch'è sigillata, nel ghiaccio pestato, osservando nulladimeno, che il tubo stia in una situazione quasi orizontale, affinchè l'aria che vi resta, non sia quasi niente compressa dal peso del mercurio che la tiene rinchiusa.

EFFETTI.

Il tubo fatto rosso al fuoco, ed immersi nel mercurio, se ne riempie in parte; e quando è stato per qualche tempo nel ghiaccio, la porzione d'aria ch'è contenuta tra l'estremità sigillata ed il mercurio, occupa appresso a poco il terzo della lunghezza del tubo.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Il tubo di vetro, avanti ch' essere riscaldato, era pieno d' una colonna d' aria, simile a quella dell' atmosfera: le parti di quella materia, la quale fa il calore, qualunque ella sia, avendo penetrato il vetro, ed essendosi mescolate coll' aria, hanno discostate le parti proprie di questo fluido, ed il suo volume, per questa ragione, s' è aumentato considerabilmente: ma poichè la capacità del tubo non si è ingrandita proporzionalmente, una gran parte dell' aria n' è uscita, e il tubo è restato pieno d' un poco d' aria sommamente rarefata, e d' una grande quantità della materia del fuoco.

Questo tubo essendo stato immerso nel mercurio, ha cominciato a raffreddarsi, vale a dire, che quella materia straniera, che avea penetrato il vetro per mescolarsi coll' aria, s' è evaporata, od ha perduto a poco a poco la maggior parte del suo moto; per lo che le parti dell' aria si son potute è dovute ravvicinare, ed essa aria condensarsi; tanto più che il peso dell' atmosfera, premendo su la superfizie del mercurio, l' ha costretto ad entrare in cotesto tubo, e innoltrarvisi, fin a tanto che il poco d' aria rimastovi, abbia acquistata, per uno scemamento sufficiente del suo volume, tanta densità da potergli resistere.

Si vede adunque da questa esperienza, che una certa quantità d' aria, che ha la temperatura del ghiaccio, e ch' è sottomessa al peso dell' atmosfera, ha tre volte meno di volume, ch' ella non ne ha sotto la medesima pressione, ma in un calore capace di far rovente il vetro; o, lo

che è la stessa cosa, che il volume dell'aria dilatata da questo grado di caldo, sta con quello ch' ell' ha nel freddo del ghiaccio, come 3. ad 1.

Da esperienze a un di presso simiglianti, s' è raccolto, che il volume dell' aria, quando comincia a gelare, è a quello ch' ell' ha nel calor dell' acqua bollente, come 2 a 3; e ch'ella si dilata circa un settimo, contando dal freddo del gelo che comincia, fino ai nostri caldi comuni in tempo di State, che sono appresso poco di 25 gradi nel termometro del Sig. Reaumur.

Ma in queste sorte d' esperienze, sopra tutto quando si scalda l' aria considerabilmente, si trovano spesso delle differenze notabili, secondo lo stato attuale dell' aria, sopra la quale si opera, o de' vasi che s' impiegano; imperocchè è un fatto, che l' umidità unendosi all' aria, che si fa riscaldare, occasiona una dilatazione, ch' è talvolta 10 o 12 volte più grande, che non sarebbe col medesimo grado di caldo, se si adoperasse un' aria più asciutta.

In oltre, essendo l' aria più densa o più compressa in un tempo che in un altro, gli effetti pur variano, secondo l' altezza attuale del barometro, che non si dee trascurare di esaminar in tal caso.

Applicazioni.

Con dilatar l' aria mercè d' un calore gagliardo, si fan crepare con iscroscio quell' ampolline di vetro sottili, che si soffiano alla lampana d' uno smaltatore, e che sigillansi ermeticamente: l' effetto n' è più sicuro, e più grande, quando vi si serra una picciola goccia d' acqua; non sola-

lamente perchè l'umidità procura una dilatazione maggiore, ma ancora perchè la freschezza del liquore, impedisce, che il vetro non s'ammollisca al calor del fuoco, e fa sì che non cada dolcemente e senza rompersi, all'estensione del fluido rinchiuso. Quando si mette cotai soffioni di vetro alla lampana per sorprendere qualche circostante, si dee temere, non ne saltino agli occhi le scheggie del vetro, e non incomodino gl' innarvertiti. Le castagne, che scoppiano sotto la cenere calda, non sono di tanto pericolo, ma anche questo è un effetto che dipende dalla stessa cagione; l'aria rinchiusa sotto la buccia si dilata, e la fa crepare, quando non si ha l'avvedimento d'intaccarla con qualche taglio; quanto più ella resiste, tanto più è scrosciante la sua rottura.

Nella prima lezione (*Sez. I. Esper.* III.) ho fatto menzione d'una piccola caraffa di vetro, che ho supposto essere in parte piena di un liquore odoroso; ma non ho detto allora come si faccia ad empir questo vase, di collo e d'orificio così angusti, che non si può servirsi, per empirlo, di un imbuto. Ora si vien a capo di tale operazione, se si riscalda il piccolo fiaschetto, e s'immerga subito la sua boccuccia nel liquore che vi si vuol introdurre; imperocchè dilatando l' aria col calore, se ne fa uscire una gran parte, e quel che resta, venendo poi a condensarsi, a misura che si raffredda, lascia un vuoto, ove il peso dell'atmosfera porta il liquore, come appunto è avvenuto nel tubo adoperatosi nella esperienza precedente.

In questa maniera pure s'empiono i vetri de'

termometri, i tubi de' quali sono ordinariamente così sottili, che non si potrebbe mai farvi entrare il liquore con altro mezzo, se non se spendendovi troppo lungo tempo. La dilatazione dell'aria sarebbe anch' ella un mezzo imperfetto in sì fatti casi, dove si tratta d'empire intieramente il vaso, poichè un grandissimo calore non può far uscire, se non in circa i due terzi dell' aria, ma si suole aggiungerne un altro, del quale parleremo in appresso, e che ajuta a vuotar l'aria ancora più completamente.

A proposito de' termometri, quello di Santorio, rappresentato nella *Fig.* 24 produce ancora i suoi effetti in conseguenza della dilatabilità dell' aria. Quando si applica la mano alla pallottolina della sommità, l'aria ch'ella contiene, e che riempie una parte del tubo sino in N, si riscalda, si dilata, e fa discendere nel recipiente abbasso, un liquor colorato, la cui andatura diventa sensibile, e si può misurare con le divisioni de' gradi segnati su la tavoletta. Se l'aria che si è riscaldata, si raffredda in appresso, si condensa, ed il medesimo liquore spinto dal peso d'una colonna dell'atmosfera, che corrisponde in M, rimonta verso la pallottola; il che si fa cospicuo, per li gradi della scala, ch'ella percorre da giù in su; di quest' istrumento noi riassumeremo la storia quando parleremo di quelli che servono a misurare i gradi del caldo e del freddo.

Siccome si fa zampillar l'acqua mercè la compressione dell'aria, si può nè più nè meno servirsi della sua dilatazione per formar fontane; che danno spasso a' curiosi: questi principj di movimenti averebbono delle applicazioni senza fine;

ma

ma la raccolta che se ne potrebbe fare, non entra nel disegno di quest' opera; e io però mi ristringo a due esempj, per li quali si potrà giudicare degli altri. A B *Fig.* 25. è un vase di vetro, di collo strangolato o compresso, ed aperto in alto e abbasso, la cui base è fermata su l' alto d'una cassa C D, a modo di piedestallo: in A è attaccato un piccolo tubo E F, che da una parte finisce in punta come un aspergolo posticcio, e l'altro capo tocca, meno poche linee, il fondo del vase. Un altro tubo che mette capo in G, e ch'è aperto, passa nel sito dello strangolamento del vase, dov'è congiunto, e a traverso del piedestallo, per terminare ed unirsi con un palloncino di rame sottile, col quale è saldato. La cassa C D, e sodrata di piombo nel di dentro, e il di sopra, che può levarsi, s'attacca con degli uncini.

Il pallone di rame non contiene altro che aria; il vase A B è pieno d'acqua sin a' tre quarti della sua capacità, e si versa dell' acqua bollente nella cassa C D, per un buco fattovi di sopra, e nel quale si pone un imbuto.

L'aria del pallone, essendo riscaldata dall'acqua bollente, nella quale si trova immerso, si dilata per il canale G; e premendo col suo elaterio la superfizie dell' acqua ch' è nel vase A B, la fa uscire in forma di getto per lo picciolo canale E. Bisogna che il pallone di rame sia almeno due volte altrettanto grande che il vase A B; imperocchè, come abbiamo detto di sopra, l'aria non si dilata se non d'un terzo, col calore dell'acqua bollente, e l'acqua non può bollire nella cassa che contiene il pallone.

Si

Si potrà fare un piccolo getto simile a quello ch'è rappresentato dalla *Fig.* 19. se, in luogo di mettere la bottiglia, nel vuoto, s'immerga in un bagno d'acqua bollente; ma allora conviene che la bottiglia, o fiasco, sia di metallo, perchè il calore improvviso, o la grande dilatazione dell'aria nol faccia scoppiare in pezzi.

Se si vuol fare un gitto di fuoco, si adoprerà spirito di vino, o buona acquavite, e si terrà per lo spazio d'alcuni minuti l'orifizio del vase otturato colla cima del dito; in altra guisa, per dar tempo al liquore di riscaldarsi un poco; e con la fiamma d'una candela s'accenderà il gitto quando spruzzerà fuori. Vedi la *Fig.* 26.

S'è veduto quì dianzi, che il calore aumenta il volume dell'aria, quand'è in libertà d'estendersi; da quello che segue s'imparerà, che la cagione medesima accresce il suo elaterio, quando il volume è da ostacoli rattenuto e fissato.

IX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

ABC, *Fig.* 27. è un tubo di vetro, che ha un poco più di 4. piedi di lunghezza, circa una linea di diametro internamente, ricurvo abbasso, e terminato da una pallottola cava e sottile, che ha 4 o 5 pollici di diametro. Vi si fa entro scorrere del mercurio, per empir solamente la curvatura DBC, ed in tal maniera ch'essendo l'istrumento ritto in piè, questo liquore sia in equilibrio con se medesimo nei due rami del tubo: per tal effetto ben si comprende, ch'è necessario che l'aria della palla non sia più condensata di quel che lo è l'aria dell'atmosfera nel mo-

momento dell'esperienza. Poscia si aggiugne del mercurio nella parte A D del tubo, sin a tanto che ve ne sia una colonna di 28 pollici, a computare dal livello, cioè dalla linea D C; e s'immerge tutta la parte inferiore in un bagno d'acqua bollente, di tal maniera che la palla ne sia intieramente coperta.

EFFETTI.

Immerso a questo modo l'istrumento, si solleva il mercurio 18. pollici ed alcune linee nel ramo più lungo del tubo, il che fa una colonna di circa 46 pollici, contando dal livello del mercurio nel ramo più corto.

SPIEGAZIONI.

Quando non vi è mercurio, se non nella piegatura del tubo, ed è in un ramo elevato del pari che nell'altro; l'aria della palla è, per lo suo elaterio, in equilibrio col peso dell'atmosfera, che si suppone equivalente a 28. pollici di mercurio, nel tempo dell'esperienza. Li 28. pollici di mercurio, che si aggiungono dipoi nel ramo lungo del tubo, raddoppiano adunque cotesta pressione, e per conseguenza, la densità dell'aria, ch'è nella palla; se quest'aria così compressa è immersa nell'acqua bollente divien capace di portare ancor 18 pollici ed 8 linee di mercurio, quest'è una prova, che un tal grado di calore aumenta d'un terzo il suo elaterio; imperocchè 18 pollici e 8 linee, sono appuntino la terza parte di 56. somma della doppia pressione, onde l'aria è caricata avanti l'immersione.

Essendo che li 18 pollici e 8 linee di mercurio si sollevano nel lungo ramo, a costo del mercu-

curio ch'è nel ramo più corto, il volume dell' aria riscaldata cresce sempre un poco per due ragioni; primieramente perchè il mercurio che passa nell'altro ramo, gli lascia un poco di luogo per estendersi, secondariamente, perchè il vetro si dilata col calore, e la capacità della palla, diventa necessariamente un poco più grande, come lo farem vedere altrove: imperciò, scemando un poco la densità dell'aria, la forza del suo elaterio, accresciuta del calore, non è del tutto sì grande, come sarebbe se il volume restasse costantemente ne' suoi limiti: però l'aumentazione della colonna di mercurio al di sopra delli 28 pollici, non giugne mai fino a 18 pollici e 8 linee; ma non vi manca che una piccola quantità, quando si adopera un tubo assai sottile, rispetto alla capacità della palla.

E' dunque un fatto incontrastabile, che la forza dell'elaterio cresce d'un terzo per il calore dell'acqua bollente: ma qual è poi la ragione di questo fatto, e come avvien'egli che le parti dell' aria riscaldata acquistino più di rigidezza? L'esperienza non ce l'insegna. Si può dire nulladimeno, ragionando con plausibili congetture, che (Hist. de l'Acad. des Sc. 1702. p. 3.) " l'azione del calore consiste, come l'abbiam già
" detto, in un infinità di picciole particelle a-
" gitatissime che penetrano i corpi. Quand'elle-
" no entrano in una massa d'aria, n'aprono e
" ne sviluppano le laminette spirali, non sola-
" mente perchè e' sono nuovi corpi, alloggiati
" negl'interstizj di esse; ma principalmente per-
" chè sono corpi che si muovono con molta vio-
" lenza; di qua proviene l'aumentazione di co-

te-

„ testo volume d' aria. Che se ell'è chiusa in
„ maniera, che non possa estendersi, le particel-
„ le di fuoco che tendono ad aprire le spirali,
„ non le aprono, aumentano in conseguenza la
„ forza loro elastica, che cesserebbe s' elleno s'
„ aprissero liberamente. Quando l'aria è conden-
„ sata, vi sono più particelle d' aria in un me-
„ desimo spazio, e quando le particelle di fuo-
„ co vengono ad entrarvi, esercitano dunque la
„ loro azione sopra un maggior numero di par-
„ ticelle d' aria; cioè, cagionano una maggiore
„ dilatazione, o un maggiore aumento di mol-
„ la. Ora quando l'aria è caricata d' un peso
„ più grande, ell'è più condensata; e per con-
„ seguenza, se non può allora estendersi, come
„ sempre si suppone, un medesimo grado di ca-
„ lore aumenta maggiormente il suo elaterio.

APPLICAZIONI.

Procedendo, come nella esperienza precedente, s' osserva che l'aumentazione cagionata nella molla dell'aria dal calore dall'acqua bollente, è eguale al terzo del peso, ond'è l'aria allor caricata, se l'esperienza è fatta nella primavera o nell'autunno, fra il gran caldo e il gran freddo. Così l'aria che respiriamo, caricata sempre d' un peso eguale a quello di 28 pollici di mercurio a un di presso, essendo riscaldata dall' acqua bollente, accrescerebbe la forza del suo elaterio 9 pollici e 4 linee. Un' aria condensata al doppio, l'accrescerebbe 18 pollici 8 linee, che sono il terzo di 56. Reciprocamente un' aria sempre nell'istesso stato di condensazione, aumenterà differentemente il suo elaterio, secondo i differenti gradi di calore.

Il Sig. Amontos, a cui dobbiamo tale scoperta, n'ha fatta un'utile applicazione, con lavorare, apppoggiato a questo principio, un termometro d'aria (Mem. de l'Acad. des Sc. 1702.), che io m'avviso essere stato il primo, in cui (a) i gradi del calore si riferissero ad un termine conosciuto; imperocchè, avanti di lui, così fatte sorte di istrumenti null'altro insegnavano, se non che facea più freddo o più caldo, che in un altro luogo, e in un altro tempo, nel quale erano stati osservati; i termometri comparabili, hanno veduta la luce per opra sua; s'egli non li ha portati al grado di perfezione in cui son'oggidì, gli abbiamo però l'obbligo dell'averci messi sul sentiere.

Una stufa o fornello acceso in una camera, ne rarefà senza dubbio l'aria, perchè quest'aria non è talmente rinchiusa, che non comunichi un poco con l'esterna per mezzo di piccoli passaggi o alle porte o alle finestre, che gli lasciano la libertà di estendersi; ma l'aria, abbenchè così rarefatta, e men densa che l'atmosfera, stassene in equilibrio non per tanto con essa, perchè riscaldandosi ella acquista un grado di molla, che la mette in istato di sostenere la pressione; la stessa cagione che diminuisce la densità, accresce altrettanto il suo elaterio, e l'un supplisce all'altro.

Non è già la medesima cosa, quando si fa del fuoco in un focolare; quivi l'aria si rarefà, senza

(a) Si trova nelle Transazioni Filosof. num. 197. anno 1693. un Opuscolo dell'Halleio, che ha per oggetto di fare un Termometro comparabile in tutti i luoghi, e senza modello.

za che il suo elaterio cresca, perchè può facilmente estendersi; l'equilibrio subito cessa tra le due colonne dell'atmosfera che corrispondono alle due estremità del tubo, o della canna; quella che pesa per da basso, avendo tutta la sua densità, supera l'altra, ch' è in parte rarefatta, e succede come una corrente d' aria dal basso all' insù; quest' è almeno quello che d' ordinario succede; noi averemo forse occasione di esaminare in altro luogo quai sieno le cagioni che possono impedire quest' effetto, e determinare l' aria a discendere per lo camino.

Di tutti gli usi che facciamo dell' aria, niuno ve n' è così frequente, così osservabile, e necessario, come quello del *respirare*. Circa 50 volte in un minuto, il petto si solleva e s' abbassa, e con questo moto alternativo, molto simile a quello d' un mantice, che si fa oprare, e si ristrigne e si dilata; dilatandosi, riceve l' aria esteriore, che premuta dal peso dell' atmosfera passa nelle vescicule de' polmoni; quando poi il petto s' abbassa, l' aria che non può più contenervisi, passa al di fuori, e porta via seco i vapori onde s' è caricata; la prima di queste due azioni si chiama *inspirazione*, la seconda *espirazione*, e l' una e l' altra sono talmente necessarie per la conservazione della vita, che non vi è alcun animale, che infallibilmente non perisca, quando gli è interdetto questo doppio movimento, o quando e' si priva di un' aria capace di mantenerlo, come vedrassi nell' Esperienze seguenti.

X.

X. ESPERIENZA

Preparazione.

Si cuopre d' un recipiente grande un colombo o qualche altro uccello, che ponesi su la piastretta d'una macchina pneumatica, e per rarefare a poco a poco l'aria, ch'è dintorno all' animale, si danno diverse pinte collo stantuffo. *Fig.* 28.

Effetti.

Quando la densità dell' aria è diminuita appresso a poco della metà nel recipiente, l'uccello cade in convulsione: avviene bene spesso, ch' egli evacui pel becco, o per la via ordinaria delle fecci; e si continua a fare il vuoto più esattamente; o pur se l'animale si lascia solo per alcuni minuti in tale stato, e' perisce senza rimedio; ma quando gli si restituisce prontamente l'aria, si rimette in breve spazio di tempo: questo suo rimettersi, per verità, non è di lunga durata; io non ho veduto mai uccelli, e nè men altri animali, che abbiano a tale prova sopravivuto.

XI. ESPERIENZA.

Preparazione.

In un gran vase di vetro quasi pieno d' acqua si mette un piccolo pesce vivo, e si cuopre il tutto con un grande recipiente sopra la macchina pneumatica. Fig. 29.

Effetti.

A misura che si fa il vacuo nel recipiente, veggonsi uscire delle bollicole d' aria di sotto dalle scaglie del pesce, per le alette, e per la bocca. L' animale stassene su la superficie dell' acqua, senza poter andare al fondo; vi muore finalmente;

te; ma solo a capo di più ore di prova; e quando sia fassi rientrar l'aria nel recipiente o prima o dopo della sua morte, egli va al fondo del vase, e non può rimontare alla superfizie.

SPIEGAZIONI.

La vita animale, come ognun sa, consiste principalmente nel moto del cuore, e nella circolazione del sangue. Ora se crediamo a' più valenti Anatomici, e se ci regoliamo su le loro osservazioni e su le loro esperienze, dir dobbiamo, che l'uno e l'altro è mantenuto dalla respirazione, o perchè l'aria che è sospinta ne' polmoni per lo peso dell'atmosfera, serve d'antagonista ai muscoli, che la natura impiega per la respirazione, e premendo i vasi, ne' quali il sangue è stato portato per la contrazione del cuore, lo determina a ricorrere verso quella sorgente, per andare poi alle altre parti del corpo; o perchè l'aria divisa, e filtrata, dirò così, mescolasi col sangue, e circola con esso, avvivandolo col suo elaterio (M. Mery. Mem. de l'Acad. des Sc. 1700.): l'animale che non può respirare, non può dunque continuar a vivere.

L'uccello, che si è collocato in un'aria considerabilmente rarefatta, non respira più, perchè quell'aria non partecipa più del peso dell'atmosfera, da cui è separata, ed il suo elaterio è molto diminuito, insieme con la sua densità. Invano si dilata il petto; il fluido ch'è solito introdurvisi non ha più tanta forza; però il moto alternativo, chiamato la respirazione, non può più aver luogo, poichè delle due potenze, che lo producono, se ne toglie, o se ne indebolisce una, che è il peso, o la molla dell'aria.

Un' altra cagione che fa perire un animale nel vuoto, si è, che l' aria ch' egli ha nelle varie capacitadi, e negli stessi fluidi del suo corpo, si rarefà grandemente quando ella non è più contenuta dalla pressione dell' aria esterna; imperocchè tutte queste porzioni d' aria dilatata, acquistando un volume molto più grande, che quello ch' elleno hanno nello stato naturale, comprimono e rompono sovente le parti, ove si trovano ingaggiate, ovvero cagionano dell' ostruzioni ne' vasi, e fermano il corso degli umori. Per questo, senza dubbio, avviene che gli animali, applicati a tali prove, hanno d' ordinario delle nausee, o si vuotano per la bocca, o d' altra guisa; perocchè l' aria degl' intestini o dello stomaco, venendo a dilatarsi, sospigne, e caccia davanti a sè gli alimenti non digeriti, o gli escrementi che le chiudono il passo.

Dubitar non si può che ci sia dell' aria ne' corpi degli animali, anco di quelli, che la natura ha destinati a vivere nell' acqua; poichè si ved' ella uscire dal pesce, secondo che si fa il vuoto nel recipiente. E' probabile, che gli acquatici e gli amfibj respirino differentemente dagli altri animali che vivono di continuo nell' aria, poichè la privazione di quest' elemento, non li fa morire così prontamente; ma si dee credere, che quello che più accelera la lor morte nel vuoto, sia l' aria interna che si dilata e che mette tutto in disordine. Quella doppia vescicola, che trovasi ne' carpi, e ne' più degli altri pesci, in caso tale, distendesi, e fa gonfiare il corpo del pesce; di quì è, ch' egli a forza se ne sta su la superfizie dell' acqua, finchè dura il vuoto, perchè allora

lora egli è più leggiero del volume d' acqua a cui corrisponde, ma precipita involontariamente al fondo, quando vi s' introduce di nuovo l' aria; perchè la vescicola, dilatandosi, s' è in parte vuotata, ed il resto dell' aria ch' ella contiene, quando ritorna la densità eguale a quella dell' atmosfera, non è più capace di riempirla; del che è facile l' accertarsi, con aprire il corpo del pesce.

APPLICAZIONI.

Dalla spiegazione, poc' anzi data delle due precedenti esperienze, appar manifesto, che gli animali collocati nel vuoto, vi periscono, per due principali ragioni: primieramente, per mancanza di respiro, in secondo luogo, per la dilatazione dell' aria, che si trova racchiusa ne' loro corpi. Non differendo le spezie, ed i generi degli animali, solamente nella figura, e ne' costumi, ma ancora nella conformazione, nel numero e nella grandezza delle parti interne; egli è verisimile che tutto quello che respira, non respira alla medesima maniera; che in certi animali la respirazione debb' essere abbondante, e frequente: che in altri al contrario ella può farsi più lentamente e con un' aria più rara, almeno per un certo tempo. Ecco senza dubbio perchè di tanti animali di spezie diverse provati nel vuoto da Boile, dall' Accademia di Firenze, dal Derham, dal Muschenbroek, e da tanti altri Fisici, alcuni muojono nello spazio di 30, o di 40 secondi, come quasi tutti gli uccelli, i cani, i gatti, i conigli, i sorci, ec. ed altri reggono ad un vuoto per più ore, tra quali, i pesci, i rettili per la maggior parte, e massimamente le rane, le quali talor resistono a questa prova per un

giorno intero ſenza morire . Imperocchè vivendo queſti ultimi animali comodamente nell' acqua , non ſi può dire che abbiſognino di reſpirare nella foggia che reſpirano gli animali terreſtri ; o forſe eglino ſoſterrebbono il vuoto ancor più lungo tempo , ſe aveſſero ivi da ſoffrir ſolamente la privazion dell' aria , e ſe quella che hanno dentro del loro corpo , non ſconcertaſſe l' economia delle parti , per la ſua grande dilatazione . Quel che m' induce a così credere , ſi è , che li veggiamo gonfiarſi notabilmente , e che dopo la morte ſi trovano ſempre in eſſi i polmoni flaccidi , e più peſanti che l' acqua .

Un' altra ragione , che ſi potrebbe allegare in favor di queſta opinione , ſi è che quaſi tutti gl' inſetti , quelli eziandio , che vivono a tutt' aria aperta , le farfalle , le moſche , gli ſcarafaggi , ſoffrono , ſenza perire , una privazion d' aria talora per più giorni , ſenza dubbio perchè non avendo nel corpo ſe non piccoliſſimi volumi d' aria , che poco ſi dilatano , il vuoto non può riuſcir loro mortale , fuorchè per il ſolo difetto di reſpirazione ; e queſti animaletti veriſimilmente poſſono ſtar lungo tempo ſenza reſpirare , almen l' aria craſſa .

Siam d' accordo tuttavolta , che lo ſtato naturale di tutti queſti animali , è di poter pigliar l' aria , e che faſſi lor violenza privandoneli . Si vede il peſce ſlanciarſi da per sè ſteſſo ſu la ſuperficie de' ſtagni , per pigliar nuova aria , e per rigettar quella , ch' egli ha preſa innanzi . I Naturaliſti dicono , ch' egli ſa filtrare , ed appropriarſi quella ch' è diſſeminata nell' acqua ; e quand' egli muore ſotto il ghiaccio , ſi ha ragion di cre-

de-

dere, che ciò avvenga per effergli mancata l'aria, poichè si sfugge quest'accidente quando si ha l'avvertenza di rompere il diaccio. Finalmente il pesce vive molto più lungo tempo nell'aria, e senz'acqua, di quel che faccia nell'acqua piena, se gli manca l'aria.

In conseguenza di quest'ultimo fatto, che è incontrastabile, eccone un'altro, ch'io trovo appresso buoni Autori, e ch'io stesso ho in Ollanda e in Inghilterra inteso da molte persone di credito, e sincere. Dicesi, che sospendono colà in certe reticelle il pesce carpio, sopra il mosco umido, ed in luogo fresco, e che per due o tre settimane l'ingrassano con mica di pane bagnata nel latte. Se da questo racconto non si ha da dettrar nulla (*a*), chiaro è, che l'aria è più necessaria dell'acqua, anche al pesce, e che si può trarre a profitto come fondamentale e vero questo principio.

Alcuni Autori hanno osservato, che i cani, i gatti, i conigli ec. nati appena, non muojono nel vuoto così prontamente, come gli adulti delle loro spezie; lo che si fa, perchè la respirazione è più pressantemente necessaria per questi, che per quelli. A fin di ben conoscerne la differenza, convien sapere che avanti il lor nascere, una sola è la circolazione e per la madre,

(a) Io ho tentata senza riuscita due volte questa esperienza; ma non ne ho potuto conchiuder niente di certo, perchè i carpj, de' quali mi son servito, avevano sofferto per il lungo trasporto, ed anche erano stati maltrattati dopo usciti dall'acqua. Non ho potuto far loro inghiottir niente: sono morti in men di 24. ore.

dre, e per il feto. In questo, che non per anche respira, sen va il sangue dall' orecchietta destra, alla sinistra del cuore, mercè d' una comunicazione, che gli Anatomici chiamano, il *foro ovale*, e senza dover passare per il polmone, ove l' aria esterna non ha eccesso; ma dopo la loro nascita, questo passaggio si chiude a poco a poco, e la respirazione diventa necessaria per gonfiare le vescichette del polmone, e per far circolar il sangue del nuovo animale, separato dalla sua madre, nella stessa guisa che la respirazione della madre lo facea circolare precedentemente nell' uno e nell' altro. Quindi è, che comunemente si conosce, se un bambino è morto prima di nascere, o se ha respirato, avanti di morire, mettendo il suo polmone nell' acqua; imperocchè, se sta a galla, quest' è segno che vi è dell' aria, e che il bambino ha respirato, lo che egli non ha potuto fare se non dopo nato. Quest' è una prova che la Giustizia metteva in uso, allorchè trattavasi di giudicare una madre, ch' era accusata d' avere ucciso il suo figliuolo, e che da questo delitto difendevasi, con sostenere ch' egli era venuto morto al mondo. Ma si è dipoi osservato, che in certi vasi il polmone d' un feto può galleggiare, e che quello d' un bambino appena nato può andare al fondo dell' acqua; il che rende questa esperienza insufficiente per stabilir un giudizio di tale importanza.

Molti Anatomici (*Hist. de l' Acad. des Sc.* 1700.) pretendono d' aver trovato il foro ovale, ancora aperto in alcuni adulti. Questa osservazione, che non vien messa in contesa quasi da niu-

niuno (*a*), può spiegare certi fatti, il racconto de' quali scompiglia i più creduli intelletti. Tale è la Storia del Giardiniere (*b*) di Troningholm in Svezia, che si dice essere stato per 16. ore perduto nell'acqua, e sotto il ghiaccio, senz'annegarsi; tale è quella d' un certo Lorenzo Giona, che vi stette, per quanto dicesi, sette settimane senza morire: l' una e l' altro sono raccontate da Pecklin (*De aeris natura*, & *alim. Def.* cap. 13.) sopra autentici testimonj. Io per me sento che si penerà a crederle; ma tuttavolta, se è vero che si possa vivere quanto può circolare il sangue, che la circolazione si faccia liberamente senza respirar l' aria, in quelli che hanno il foro ovale tuttor' aperto, e che questo foro sia stato osservato in alcuni adulti, non sarebbe impossibile che di questi fatti straordinarj s' incontrassero.

Si crederà più facilmente quel, che raccontasi di molte persone, le quali sono state per ordine della Giustizia, o d' altra guisa strangolate, e che si son trovate vive, dopo d' averle staccate dalla forca; questi esempj s' incontrano più frequentemente, e molti vengono bastevolmente atte-

M 4 stati

(a) Chefelden celebre Anatomico di Londra, pretende che tutti quelli che hanno creduto di vedere il foro ovale negli adulti, si sono ingannati, prendendo per questo foro l' apertura delle vene coronarie. *Derham. Theol. Phys. l.* 4. *c.* 7.

(b) Una persona del paese nobile e dotta m' ha affermato che questo fatto si tiene per certissimo in Svezia; ma egli è accaduto, non già a Troningholm, ma a Stroinsholm, soggiorno ordinario della Corte.

ſtati. Pur egli appare, eſſervi negl' impiccati più cagioni di morte, che negli annegati; la legatura del collo che ſtringe e sforza i vaſi; gli sforzi chè ſi fanno ſu queſta parte, sì per lo peſo del corpo, come per quello che vi ſi aggiugne; i colpi ed i moti differenti, che l' eſecutore adopra per effettuare il ſupplizio: ſe ad onta di tutto queſto, trovanſi di quando in quando alcuni di tali ſciagurati che ritornano in vita (*a*), quaſi crederei, che ſi potrebbe ancor ſalvar molti annegati, i quali per breve ſpazio di tempo ſono ſtati nell' acqua, e che ſi giudicano morti da ſegni molte volte equivoci; o che con ajuti inopportuni ſi finiſcon di uccidere. Chiamo ajuti inopportuni, e mal diretti, quel tenerli ſoſpeſi colla teſta in giù, e bene ſpeſſo in un' aria fredda; ſarebbe meglio provar di rinvigorire il ſangue con un calor mite, con liquori ſpiritoſi, con fregagioni, e tenerli in una ſituazione naturale comoda; imperocchè hanno inghiottita poc' acqua; e quella che hanno nello ſtomaco, non è il male più preſſante, od il più reale.

Se la reſpirazione manca agli animali nel vuoto, od in un' aria conſiderabilmente rarefatta, ella diventa altresì difficile e penoſa in un' aria conden-

(*a*) Queſti ſuppliziati ſcampano dalla morte, o perchè lo ſtrangolamento ha durato troppo poco, nè ha potuto ſpegnere affatto in eſſi il principio vitale; o perchè la corda, in vece di ſtrignere gli anelli della trachea, ha portato il ſuo sforzo ſopra la cartilagine *ſcutiforme*, che volgarmente è nomata il nodo della gola, e ch'è capace d'una grandiſſima reſiſtenza in cert' uni; ſicchè la reſpiratione non è ſtata intieramente interrotta.

denſata più del ſuo ordinario. Li Sigg. Derham, e Muſchenbroek hanno meſſi degli uccelli, e de' peſci in un'aria due o tre volte più condenſata di quel ch'ell'è comunemente per lo peſo dell'atmosfera, e queſti animali, la maggior parte, v ſon periti in 1 o 6 ore: dubitar non ſi debbe, che lor non ſi ſia fatta violenza, nel romper così l'equilibrio tra l'aria interna del loro corpo, e quella che li attorniava; e che non aveſſero avuto ancora più da patire, ſe foſſero ſtati meſſi in un'aria eceſſivamente compreſſa. Ma non ſi crederà già, che una doppia od una triplicata condenſazione ſia ſtata la principal cauſa della lor morte, quando ſi ſaprà, che animali delle ſteſſe ſpezie non vivono niente più a lungo in un'aria della temperatura e della denſità dell'atmosfera, ſe ſol manca a queſt'aria, d'eſſere rinnovata.

Queſt'è un fatto avverato e comprovato dall'eſperienza, e che dai Fiſici ſi ſpiega in diverſe maniere. Gli uni pretendono (e queſti è il maggior numero) che l'aria ch'è ſtata reſpirata, ſia caricata de' vapori e dell'eſalazioni, delle quali ell'ha purgato il ſangue; e che non può ella eſſere in tale ſtato più reſpirata, ſenza cagionare una ſoprabbondanza di quelle parti nocive, che fermano la circolazione, e che ſoffocano l'animale. Gli altri ſtimando con ragione, che l'aria non ſia buona alla reſpirazione, ſe non in quanto ell'è elaſtica, credono ch'ella perda una gran parte del ſuo elaterio, col dimorar ch'ella fa nei polmoni, o nei vaſi ſanguigni; e che così, per reſpirarla ſanamente, biſogna o ch'ella ſi rinnovi, o che ſia purgata dalle parti eterogenee, del-

le quali ella ſcorgeſi viſibilmente carica nel momento dell'Eſpirazione. Si può a tale propoſito vedere quanto è riferito dal Sig. Hales, nella ſua *Statica de Vegetabili*, *c. 6. Eſp.* 107. &c. dove ſi troveranno oſſervazioni curioſiſſime.

Comunque la coſa ſia, la prudenza eſige che l'uom non ſi eſponga ad un'aria, la quale viene ſoſpettata d'eſſere infetta d'una grande quantità di eſalazioni, maſſimamente di quelle, che ſoco ſulſuree. Le cloache, che lungo tempo ſono rimaſte chiuſe: i ſotterranei contigui alle miniere; i luoghi ſerrati, ove s'è tenuto del carbone acceſo, le cantine, nelle quali fermentano i vini nuovi, o la birra, ſono d'un eſtremo pericolo (*Camerar. in Epiſt. Toururenſibus*) Giudicar ſe ne può da quella famoſa grotta d'Italia, nella quale un cane, o qualunque altro animale, non può reſtar per un minuto ſenza ſoffocarſi; prendaſene pure argomento da quel funeſto e memorabil caſo, avvenuto a Sciartres (*Hiſt. de l'Acad. des Sc.* 1710.), nella ſtanza baſſa d'un Fornajo, dove 7. perſone furono all'improvviſo ſoffocate l'una dopo l'altra, dal vapore delle brage, e finalmente da tanti e tanti operaj, che ſappiamo eſſere periti, o ſcavando foſſe, o nettando de' vecchi pozzi L'uſo delle ſtufe può eſſere anch'egli pernicioſo, ſopra tutto ne' principj, quand'elleno ſono di ferro o di rame, e quando ſi ſcaldano gagliardamente; queſt'ultimo metallo può gettar nell'aria delle eſalazioni molto nocive.

Non ſolamente ſi deve ſchivare coteſt'aria avvelenata, i cui effetti ſono così pronti; ma la prudenza potrebbe giugnere ſino a purficare o rinovare almeno l'aria, che ſi è coſtretto di reſpi-

ſpirare. Perchè, a cagion d'eſempio, non ſi vorrà uſare queſt'avvertenza, trattandoſi di vaſi uſuali, di ſale di concorſo e di ſpettacolo, di miniere, e d'Oſpitali. Molti valenti Fiſici (*a*) ne hanno gia ricordati i mezzi; e ſe ne ſon fatte le prove con bella riuſcita. Io credo eziandio, che coloro, i quali ſe ne ſtanno per 9 o 10 ore nel letto, dovrebbon uſare l'attenzione di non giacervi ſerrati da cortine troppo denſe, e troppo puntualmente chiuſe; imperocchè non è ſano ſtarſene così a lungo in una piccola maſſa d'aria, che non ſi rinnova abbaſtanza, e la cui purità vien'alterata dalla traſpirazione inſenſibile, e dalla reſpirazione.

Se ſi poteſſe purificar l'aria con tanta facilità come ſi può rinnovarla, non v'ha dubbio che non ſi doveſſe fare con cura attentiſſima in parecchie occaſioni; e ci parrebbe ſomma fortuna, ſe tutto terminaſſe a farne ſolamente conoſcere l'utilità. Giudichiamo del noſtro elemento, come facciam di quello de' peſci; ſe l'acqua d'un vivajo o d'uno ſtagno diventa infetta, non vediam noi il peſce languire? e quanto poco ſta ella a introdurviſi la mortalità? A che dobbiamo noi attribuire le malattie epidemiche, i cui ſintomi ſono gli ſteſſi in ſoggetti che vivono diverſamente affatto gli uni dagli altri, in un fanciullo, in un adulto, in un principe, in un contadino, ec. Forſe all'alimento, al genere di vita, all'età, al temperamento? O non piuttoſto alle qualitadi attuali dell'aria, che reſpirano tutti in comune? Non ſi ved'

egli

(a) Deſaguilliers Tranſact. Philoſ. num. 487. Hales, deſcription du Ventilateur par le moyen du quel ec. trad. en Franc. par M. Demours.

egli comunicarsi sovente d'uno in altro tali contagioni, o pur dissiparsi e finire, mercè de' venti, o d'altre mutazioni dell' atmosfera?

Boile, nelle sue Esperienze Fisico-mecaniche (*Esp.* 41.) fa menzione d' un liquore volatilissimo, di cui si serviva Drebellio per purgar l'aria in una spezie di vase, da lui escogitato, per andare tra' due acque; (imperocchè si sapeva già che un' aria ch era stata respirata, diveniva in poco tempo incapace di più respirarsi:) trovansi degli Autori (*a*) che dicono d'aver veduto il vase, che l' hanno eziandio imitato con poca riuscita, e la testimonianza de' quali non ci fa molto dogliosi d' aver perduta l'invenzione. Ma in quanto al liquore che meriterrebbe molti elogj, e da cui si potrebbono cavare grandi avantaggj, se non ne osse coll' Autore morto il secreto; niuno dice d' saverlo veduto, e credo che sia lecito dubitare almeno di tale prodigio.

Se pur possiam lusingarci di purgar l'aria, io penso che non vi giugneremo, fuorchè per mezzo di qualche filtrazione, obbligandola a passare per qualche materia, dov' ella possa deporre quanto contiene d' estraneo; ma bisogna per tal effetto, che quello di cui si vuol spogliarla, sia atto nato ad attaccarsi più fortemente al filtro che alle parti dell' aria; la cognizione di quest' analogia debb' essere il frutto d' un gran numero d' esperienze sottili e delicate, e d' osservazioni studiate attentamente; ma l' oggetto è d' importanza, e molti abili maestri han (*a*) fatte già alcune prove, che lu-

(a) Papin recueil de diverses pieces, ec. edit. 1695.

(b) Hales Stat. des Vegetab. c. 6. exp. 116. Muschenbroek orat. de meth. instituendi Exp. Phys. p. 28.

lusingan le nostre speranze: indotto da questa considerazione, io ho voluto arrischiarmi a proporre un istrumento da lavar l'aria, e raccogliere le materie, onde può ella essere caricata. *Vegganfi le Mem. dell' Accademia delle Scienze per l' anno* 1741. *p.* 335.

Ci sarebbono ancora molte cose da dire delle proprietà dell'aria, e de' suoi usi in ordine alla respirazione, ed alla maniera ond' ella influisce sopra la vita degli animali; ma questi divisamenti, abbenchè rilevanti e curiosi, non ponno aver luogo fuorchè in un trattato nel quale s'avesse intrapreso d'inserire tutto quel ch' è cognito circa questo fluido: i limiti che mi ho pescritto in queste Lezioni non mi permettono di maggiormente diffondermi su questa parte; e perciò passo ad un' altra proprietà dell' aria, ch' è pur molto importante, per le applicazioni che se ne possono fare. Proverò con fatti che le materie le più combustibili non possono infiammarsi, fuorchè in un' aria libera; e che quando infiammate sono, prontamente si estinguono nel vuoto.

XII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Pongasi su la piastretta d' una macchina pneumatica, e sotto un grande recipiente, una grossa candela ben accesa, *Fig.* 30. e si metta in opera l' istrumento.

EFFETTI.

L' effetto sarà, che secondo che si rarefà l' aria, la fiamma si diminuirà di volume, e dopo alcune pinte dello stantuffo, si estinguerà affatto.

XIII.

XIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

AB, Fig. 31. sono due pietre focaje, portate da due piccoli stanti diritti e con molla; i quali sono posti e fermati su la piastretta d'una macchina pneumatica, per mezzo d'un piccolo telajo di metallo, fisso nel centro, e nel quale essi stanti, o paletti diritti, e perpendicolari scorrono, per approssimarsi più o meno l'uno all'altro; C è un di quei bossoletti di pelli, de'quali abbiam parlato di sopra, e il cui gambo sta ingaggiato da una parte nell'asse della carrucola D, e porta nell'altra sua estremità, e fra le due pietre, un brochieretto d'acciajo temperato, imperfettamente ritondo. Quando si fa girare la ruota grande EF, il moto si comunica per le carrucole d'incontro G, G, D, fino in C; e si trasmette per lo gambo nel recipiente; e il brochieretto d'acciajo, sfregando allora fortemente nelle due pietre che sono taglienti, fa l'uficio d'un vero acciarino.

EFFETTI.

Finchè l'aria del recipiente è nel suo stato naturale, lo sfregamento od attrito dell'acciajo nelle pietre, fa nascere un gran numero di scintille risplendentissime: a misura che l'aria si rarefà per l'azione della tromba, queste scintille scemano di numero e di splendore; quando l'aria giugne agli ultimi suoi gradi di rarefazione, appena se ne vedono alcune, e queste con un colore smorto: finalmente, quando il vuoto è quanto grande può essere, non se ne vede più alcuna; ma poi ricominciano se si fa rientrar l'aria nel recipiente.

XIV.

XIV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un grande recipiente, Fig. 32. munito, come il predetto nella XIII. Esper. d' un bossoletto di pelli, si ferma nell' istessa maniera, che le pietre focaje, un telaretto di metallo, nel quale si muove su due perni la piccola ampolla di vetro H: mettonsi in questo piccolo vase alcuni grani di polvere da archibugio; e nel centro della piastretta, sopra un pezzo di mattone, un vase assai grosso di rame K, che col fuoco si è fatto rovente: quindi con tutta prontezza si fa il vacuo; e quando l'aria è estremamente rarefatta, abbassando il gambo I, si preme sulla boccucia dell' ampolla, la qual s'inclina, e getta la polvere nel vaso ardente.

EFFETTI.

La polvere, in vece d' infiammarsi, e di fare la sua esplosione ordinaria, si dissipa in fumo, e senza scoppio; ovvero, non appare al più, se non se una piccola fiamma smorta e strisciante.

SPIEGAZIONI.

E' un' opinione ricevuta in Fisica, che la fiamma consiste in un moto di vibrazione, impresso alle parti del corpo combustibile, che si dissipano sotto la forma d'un fluido sottilissimo. Ammessa questa supposizione, ch' esamineremo quando tratteremo della natura del fuoco; s' intende facilmente perchè i corpi non s' infiammano nel vacuo, e perchè la fiamma quivi si estingua; imperocchè un moto di vibrazione non può durare fuorchè in un mezzo elastico, capace d'una reazione che lo mantenga: così la candela s' estingue a poco a

po-

poco, a misura che si rarefà l'aria del recipiente, perchè la molla del fluido ambiente si diminuisce come la sua densità, e le vibrazioni della fiamma non provano più tanta reazione dal fluido aereo. Per la stessa ragione, la polvere che si fa cadere sopra il metallo ardente, non produce altro che fumo nel vuoto, o al più una fiamma debolissima, che muore subito.

Giova però avvertire, che quest' ultima prova non si debbe fare se non con alcuni grani di polvere solamente, come si è detto nell' articolo della Preparazione; imperocchè il solfo ed il sal nitro abbrucciati producono dell' aria nel recipiente; e se ne impiegassimo una quantità, quello che alla fine ne cadesse nel vase ardente, prenderebbe infallibilmente fuoco, e potrebbe scoppiar con pericolo.

Le scintille che nascono dalla percussione dell' acciajo nelle pietre focaje taglienti, sono particelle del metallo, che si distaccano dalla massa per la violenza del colpo, che si riscaldano, fino a divenir rosse, e per lo più fino a fondersi; di che è facile restar convinto, ricevendole sopra una carta bianca, che poi si esamina con un microscopio; imperocchè tutti que' piccoli pezzi d' acciajo appajono come tante pallottoline liscie, il che dinota visibilmente, che sono stati messi in fusione, e che si son rotondati, come avviene a tutte le materie liquide, che nuotano in piccola quantità in un mezzo fluido.

Si può osservare che molte di queste scintille risplendono e scoppiano nell' aria, rappresentando un fuoco molto più bello e vivo dell' altre; e son quelle che passano oltre la fusione, e che s' infiam-

fiammano fino alla dissipazione di parti; elleno si distinguono facilmente su la carta dal loro colore ch'è più bruno, e perchè sono friabili, come la scoria del ferro.

Il Muschenbroechio, dopo il Boile, l'Hughens, e molti altri Fisici, ha fatte moltissime prove sopra l'accendimento de' corpi nel vacuo; e se ne può vedere la descrizione ne' suoi Commentarj su le sperienze Fiorentine, *pag.* 74. *e segu.* Questa lettura sarà utilissima a coloro che si danno allo studio della Fisica: non senza dispiacere io m'esimo quì dal riferirle.

Applicazioni.

Poichè la fiamma non può nascere e mantenersi, fuorchè in un mezzo elastico, maraviglia non ci dee prendere, se una candela accesa, od un carbone ardente si estingue, allorchè viene immerso ne' liquori i più infiammabili, come sono lo spiriro di vino, e gli olj; e che l'una o l'altro appicchi in un subito il fuoco a questi medesimi liquori, quando son ridotti in vapori. Imperocchè in quest'ultimo stato eglino sono misti con l'aria, e formano con essa un fluido elastico, capace per conseguenza d'una reazione, quale abbisogna per mantenere l'accendimento; laddove nello stato di liquori son eglino così poco compressibili, che si dee riputarli sproveduti del grado d'elasticità necessaria.

Il fuoco arde e abbrucia molto meglio, e il legno si consuma molto più prontamente ne' gran freddi, che in qualunque altro tempo, probabilmente perchè l'aria è più densa, ed ha più d'elaterio, ed al contrario si osserva, che uno scaldino pieno di carbone acceso, si estingue presto,

se è esposto ai raggi del Sole, massimamente nella State.

Che si debb'egli credere di quelle lampade sepolcrali degli antichi, le quali, se prestiam fede ad alcuni autori, ardevano per più secoli senz' estinguersi? Un fuoco che non consuma il suo alimento, e che si mantiene in luoghi, dove l'aria non si rinova, pieni di crassi vapori, è una maraviglia, di cui bisognerebbe verificar l'esistenza con prove più positive di tutte quelle, che ne abbiamo, prima di addossarsi l'assunto d'una spiegazione, che si stenterebbe a rendere plausibile. Imperocchè non basta che vi sia dell'aria attorno delle materie infiammate, per mantenere il fuoco, bisogna in oltre che quest'aria sia libera, e che abbia una certa purità: ed ecco perchè gl'incendj ordinariamente cessano, quando cominciano in luoghi che si possono otturare da tutte le parti, se per altro le parti sono capaci di resistere agli sforzi dell'aria e de'vapori che si dilatano al di dentro.

Quantunque un'aria rinnovata mantenga la fiamma, ed acciti l'infuocamento, nulladimeno il soffio della bocca, o il vento estingue una candela, perchè dissipa le parti della fiamma, e separa il fuoco dal suo alimento: ogni volta che non segue tale dissipazione, la fiamma non solamente non cessa, ma s'aumenta.

Debbo ancora avvertire, che non si hanno da destare le infiammazioni nel vuoto, se non con molti riguardi: e massimamente quelle che debbon nascere dalla fermentazione: imperocchè, essendo i liquori, che a tale effetto destinansi, tanto più attivi, quanto son meno rattenuti, e sfor-

sforzati dal peso dell'atmosfera, la loro esplosione debb'essere naturalmente più gagliarda nel vuoto che altrove; o sia che producano, fermentando, una grande quantità d'aria, il cui elaterio subito dispiegasi, siccome è paruto ad alcuni Fisici (Slare, nelle Lezioni di Fisica di Cotes, 16. Lez.); o, ch' essendo ridotti in vapori, si dilatino per il loro proprio accendimento. Tuttochè io non disapprovi la prima di queste due spiegazioni; credo però, che si ritroverà maggiore verisimiglianza nella seconda; quando averò fatte vedere altrove i prodigiosi sforzi, onde capaci sono i vapori dilatati.

Noi abbiamo scorse fin ad ora le principali proprietà dell'aria che circonda i corpi; ma questo fluido s' incontra parimenti nell' interno de' corpi medesimi; ne riempie i vacui, entra, per così dire, nella loro composizione; come l'acqua d' uno stagno o d' un fiume penetra il legno, e le pietre, che vi sono immerse, ed ha il suo luogo nelle concrezioni che ivi si formano.

In qualunque stato che sieno i corpi, vi si attrova dell' aria; i liquori ne contengono molta; i corpi solidi, per la maggior parte, ne hanno ancora di più; ed il maraviglioso si è, che sopra tutto in questi, la quantità d'aria che vi si attrova rinchiusa, eccede bene, spesso 100. o 150. volte il loro volume, quando è da essi sviluppata; nè è più ritenuta fuorchè dal peso dell' atmosfera.

Si può tor via l'aria da un corpo in quattro maniere differenti; 1. tenendolo qualche tempo nel vuoto; 2. facendolo forte riscaldare; in 3. luogo, dividendolo, e disunindo le sue parti; per

via di fermentazione, di diſſoluzione, o di diſtillazione : ed in 4 luogo finalmente , facendolo paſſare dallo ſtato di liquidità , a quello di ſolidità , come quando ſi fa gelar l'acqua . Co'due primi mezzi e forſe col quarto , ſi ſviluppano ſolamente le parti più craſſe dell' aria , cioè quella ch' è ne' pori più aperti , e che ha una diſpoſizione più proſſima a ſtenderſi e dilatarſi . Col terzo modo , ſi ſeparano le parti più piccole , quelle , che una ſomma tenuità rende quaſi infleſſibili, e che allor ſolo diventano ſenſibilmente elaſtiche , quando ſono molte inſieme riunite e raccolte , per formare de' globetti un po' più groſſi : imperocchè ſi può credere , che le laminette componenti una maſſa d' aria , non ſono corpi ſemplici , ma piccoli compoſti d'elementi più corti ; e ch' elleno ſono tanto più dure e rigide , quanto ſono più diviſe ; ſiccome una lamina d' acciajo perde della ſua fleſſibilità , a miſura che ſi diminuiſce la ſua lunghezza . Può darſi , che l'aria, che entra nella compoſizione de'miſti , e che concorre alla formazione delle loro parti integranti, ſia diviſa ſino alle ſue particelle elementari , e che perciò appunto ella ſia molro diverſa da quella , che riempie ſolo i vuoti , od i pori di queſte iſteſſe materie .

A queſt' aria eſtratta da' corpi, il Boile, e dopo lui il Sig. Hales, hanno dato il nome di *fattizia* ; non già ch' eglino abbian creduto , che ſi poteſſe far dell' aria con la converſione d' una materia in un' altra ; ma perchè quella ch'eſiſte in un dato corpo , e ch' e intimamente con eſſo frammiſchiata; ſi reviviſica, dirò così, ordinariamente con l' ajuto dell' arte . Si può vedere nelle Ope-

re

re de' citati due Autori (*a*), la descrizione particolare delle Sperienze, ch' eglino han fatte su questa materia, e le conseguenze, che ne han dedotte. Io quì mi ristrignerò ad alcuni esempj, che potranno bastare per dare un' idea di quest' aria fattizia, delle qualitadi che ella ha, e degli effetti, ond' ella è capace.

XV. ESPERIENZA

PREPARAZIONE.

Convien mettere in un bicchier di vetro, con dell' acqua chiara, un pezzo di legno o di pietra, una noce, un ovo, o qualunque altro corpo solido e poroso, di maniera che stia sommerso affatto; lo che farassi agevolmente col mezzo d' un piombo, che gli si unirà, se le materie che s' hanno da immergere, saran più leggiere dell' acqua. Cuopresi il tutto d' un recipiente sopra la piastretta della macchina pneumatica, e si fa oprar la tromba per rarefar l' aria. *Fig.* 23.

EFFETTI.

Ad ogni pinta dello stantuffo: si potrà osservare ch' esce una gran quantità di bollicole d' aria dal corpo immerso; e quando egli s' aprirà dopo tale prova, troverassi penetrato e riempiuto d' acqua, più di quello ch' essere il potrebbe con una semplice immersione.

SPIEGAZIONI.

L' aria ch' è rinchiusa ne' pori del legno, della pietra, ec. è per lo meno così densa come quella dell' atmosfera, di cui suole sostenere il peso:

 dac-

(a) *Boyle*, *Esperim. Phys. Mechan. continuatio*, *Hales*, *Stat. des Veget. ch. 6.* e nell' appendice, Esp. 2. e segu.

giacchè questa pressione è tolta, o diminuita con l'azione della tromba, cotest'aria si dilata in virtù del suo elaterio, il suo volume cresce, e non potendo più annichiarsi in quegli piccoli spazj, dov'ell'è, scappa nell'acqua, e si fa visibile sotto la forma di piccoli globetti, che prontamente si sollevano, a cagione della loro leggierezza rispettiva.

L'aria che passa dal corpo solido nell' acqua che lo circonda, si forma in piccole bolle; e quest' effetto segue generalmente in ogni fluido, che trovasi immerso in un altro fluido, col quale stenta a mescolarsi; probabilmente perchè le sue parti egualmente premute d'ogn'intorno, tendon ad un centro comune. So bene, che contro questa ragione si obbietta, che le gocce d'acqua o di mercurio restan rotonde nel vacuo Boileano; ma so altresì, che questo vacuo non è tale, se parlar vogliamo propriamente; nè altro si può pretendere alla fine, se non, che ivi sia minore che altrove la pressione; ma l'effetto di cui si favella, dipende assai meno da una pressione più o men grande, che da una pressione eguale da ogni parte, la qual non può negarsi in un vase, dove si fa che l'aria grossiera non è se non rarefatta, e nel quale tutti contengono, che vi sia sempre un fluido, independentemente da quello che uscir si fa coll' azion della macchina pneumatica.

Quando si introduce l'aria nel recipiente, l'acqua del bicchiere si trova più compressa, di quel ch'ell'era nell'aria rarefatta; ella pesa per conseguenza d'avantaggio sopra tutta la superficie del corpo immerso. L'aria ch'è stata rarefatta ne'

ne' pori di questo, cedendo a questa nuova pressione, si ristrigne in un minore spazio, e l'acqua va ad occupare i vuoti che l'aria ha lasciati. Ecco perchè questi corpi aperti dopo la sperienza, appajono penetrati o ripieni d'acqua.

XVI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si mette, sotto il recipiente d'una macchina pneumatica, un bicchiere di vetro più lungo che largo, e pieno fino a due terzi di birra, di latte, di spirito di vino, o d'acqua un po' tepida, e si fa oprar la tromba.

EFFETTI.

A misura che l'aria del recipiente si rarefà, quella ch'è contenuta nel liquore, sviluppasi; e s'innalza alla superfizie in forma di bollicole, che crescono sempre più in numero e in grandezza: quelle dello spirito di vino, e dell'acqua fanno un' ebullizione che dura per qualche tempo; e se si continua a fare il vuoto, quest' effetto cessa finalmente, e non si vede più uscir aria: la birra ed il latte si sollevano in schiuma, e si spargono fuori del vase. Vedi la *Fig.* 34.

SPIEGAZIONI.

Anche sopprimendo appunto la pressione dell' aria esterna, si dà adito a quella ch' è diffusa nel liquore, di svilupparsi; imperocchè non essendo più caricata come prima, ell'acquista un maggior volume; e la sua leggerezza rispettiva più possente allora, che l'attrito e le altre cause tendenti a rattenerla, non manca di sollevarla verso la superficie.

Quanto più è il liquore facile a dividersi, tan-

tanto più le bollicole d'aria si sollevano prontamente, e tanto più altresì s'ingrandiscono, perchè trovano men di resistenza da vincere; e però, quando il recipiente è evacuato ad un certo segno, lo spirito di vino, e l'acqua tepida, che sono fluidissimi, lasciano tutt'in un tratto scappar l'aria loro, che sollevali in onde, o gorgogli. La birra ed il latte al contrario essendo liquori viscosi, non si dividono se non difficilmente: le bollicole d'aria, che vi formano restano involte da veschiette, e si sollevano lentamente, e però che queste vescichette altro non sono, che le parti stesse del liquore, che stentano a separarsi, le bollicole d'aria, trasportandole, vuotano il vase.

APPLICAZIONI.

Molti s'immaginano, che i corpi generalmente si conservino lunghissimo tempo nel vuoto; ma ciò non è vero affatto. Quelli bensì che di lor natura atti sono a dividersi mercè l'evaporazione d'una parte della loro sostanza, od a corrompersi per l'umidità, che potrebbe penetrarli, periscono d'ordinario men presto nel vuoto che nell'aria libera, perchè non sono più attorniati da un fluido, che fa, come abbiam detto (*Tom. II. pag.* 80.) la funzione d'una spugna o di un assorbente, e ch'è sempre carico di vapori: ma non è così di que' corpi, che portano in se stessi un principio di fermentazione, imperocchè primieramente nel perdere l'aria, che riempie i loro pori, più libero diventa il moto intestino delle loro parti, in secondo luogo, questa libertà cresce ancora per la sopressione del peso, o dell'elaterio dell'aria esterna; il che mi

fa

fa credere, che le materie di quest'ultima spezie meglio si conserverebbono in un'aria compressa, che nel vuoto.

Il vino di Borgogna, quando ha passato l'Alpi, non ha l'istesso corpo, che quello che si beve in Francia; pare meno colorato e più scintillante: potrebbe forse ciò avvenire, perchè passando l'Alpi, che son alte montagne, dove la pressione dell'atmosfera è men grande che nel piano, avesse un poco patito, mercè d'un qualche principio di fermentazione? Io lo sospetterei tanto più facilmente, quanto che avendo tenuto una fiata per alcuni giorni in un'aria poco rarefatta, una bottiglia di vino, nel turacciolo della quale avevo fatto un piccolo foro, lo trovai un po' indebolito; e simile appresso a poco a quello che avevo assaggiato in Piemonte. Debbo tuttavolta soggiugnere, che molte persone degne di fede m'hanno accertato, che il vino di Borgogna, che va per mare in Italia, è soggetto a simili cambiamenti: il medesimo effetto può essere prodotto da diverse cagioni.

L'aria che si sviluppa da un liquore, ne accresce necessariamente il volume, fin che ne sia affatto uscita, perchè i globuli insensibili ch'erano alluogati ne' pori, riunendosi molti assieme, formano masse più grandi, che occupano nuovi luoghi nel liquore: come, se l'acqua che senza difficoltà si fa entrare in un bicchiere pieno di ceneri o di arena, tutt'in un tratto si convertisse in molti piccoli diacciuoli della grossezza di un cece, ben si capisce che la massa totale allora sarebbe sì grande che non potrebbe essere contenuta nel medesimo vase. L'aria si svilup-

pa

pa parimente ne' liquori che fermentano, e lo sforzo ch' ella fa per aumentare il volume, fa rompere bene spesso i vasi che li contengono.

E' inutile propor quì alcuna esperienza, per provare che si può far uscir l'aria d'una materia, facendola scaldare fortemente; noi abbiamo tutto dì sotto gli occhi assai esempj di questo secondo metodo, nella preparazione de' nostri alimenti; si sente, e si vede anco uscir l'aria dalle vivande, e da' frutti che si fan cuocere, dal legno verde, che si mette sul fuoco, dall' acqua, e dagli liquori, che si fan bollire. Le prime ebullizioni, o i primi gorgogli devono essere attribuiti alle parti più grossiere dell' aria, che dilatate dal calore in un fluido, che si dilata egli stesso, crescono in volume, e sollevano con violenza ciò che s' oppone alla loro estensione, ed alla loro ascesa. Dico i primi gorgogli; imperocchè mostrerò parlando del fuoco e de' suoi effetti, che un liquore, che continua a bollire fin' all' intera evaporazione, nol fa in virtù d' una quantità d' aria tanto considerabile, che dia materia sino alla fine dell' ebullizione. Ma quando l' aria esce da un liquore, che si riscalda, vedesi appresso a poco l' istesso effetto, che nel vuoto; le bollicole che si formano, tanto più durano fatica a svilupparsi, quanto è più difficile a rompere o a distendere la materia che le inviluppa; elleno si separano dunque, e si sollevano più lentamente nel latte, che nell' acqua, e l' azione del fuoco che tende a dilatarle, opra più lungo tempo sopra ciascheduna, e nel medesimo tempo sopra un maggior numero; il perchè, tali liquori, come pure il burro, le resi-

ne

ne e le gomme liquefatte, a poco a poco si gonfiano, e ingannano con subite effervescenze di sommo pericolo, quelli che poco ci badano nel riscaldarle.

In quella guisa appresso a poco, che l'acqua esce da una spugna ammollata, la quale si spreme, l'aria altresì si sviluppa da tutte le materie, le cui parti si ravvicinano e si condensano fortemente; di rado ce n' accorgiamo ne' solidi, perchè essendo comunemente immersi nell' aria dell' atmosfera, quella ch'esce dal loro interno, si mescola immediatamente con un fluido simile a sè stessa, e che per questa ragione toglie, che non si distingua: solo premendo cotesti corpi nell' acqua, o in altro liquore, si può uno accertare dell' effetto, di cui favelliamo.

I liquidi, che si gelano, sprovvedonsi anch' essi dell' aria, che contengono a misura, che, le loro parti si ravvicinano; e quando quest'aria ch' era disseminata ne' pori in particelle insensibili, trovasene esclusa, si raccoglie in più bollicole, e piglia diverse forme nella massa, se ella vi si trova rinchiusa e ritenuta dai progressi troppo rapidi della congelazione. Io potrei chiamar quì in prova i fenomeni del ghiaccio: ma sarà tempo di farne menzione quando tratterò dell' acqua, e de' suoi stati differenti.

L' ultimo metodo, e quello ch' è forse il più efficace di tutti, per separar l' aria dalle materie con le quali è mischiata, è la divisione delle loro parti, sopra tutto se questa divisione giugne fino a decomporle, e disfarle, come avvien di ordinario, quando si fa putrefare, fermentare, distillare od ardere i corpi misti.

Che

Che la quantità d'aria, che così si cava, eguagli quasi il volume de' corpi, da' quali ell' esce, è una maraviglia, la qual non s'è dovuta credere se non dopo l'esperimento; ma che quest' aria estratta e sottomessa al peso dell' atmosfera, superi un gran numero di volte la grandezza di que' medesimi corpi che la contenevano, non possiam senza stupore intenderlo; e saremmo tentati a dubitarne, se gli Autori più accreditati, da' quali s'è apparata questa scoperta, non avessero convalidate le loro testimonianze con distintissime, e particolari circostanze, onde ci hanno descritte le loro prove. Quelli de' Signori Mariotte, ed Hales mi son sembrate le più decisive; ne' loro scritti ho prese le prove seguenti; il Lettore che vorrà aver la briga di cercarle in fonte, vi troverà un gran numero di fatti, quai più quai meno curiosi, e che unitamente verificano la dottrina, che ho quì esposta.

XVII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 35. rappresenta una tazza di metallo assai sottile, nel fondo della quale si è lavorato a bello studio un piccolo concavo profondo, il quale si riempie con una grossa goccia di acqua; quindi si versa dell' olio, fin all' altezza d' un dito traverso, e cuopresi la goccia d' acqua con un piccolo vase di vetro che ha la forma, e appresso poco la grandezza d' un ditale da cucire, ponendo mente, ch' egli sia pieno d' olio, lo che è facile di fare inclinandolo nella tazza, avanti che collocarlo ritto in piedi.

Ef-

EFFETTI.

Se si tiene la tazza sopra una candela, o sopra una lampana accesa, per far riscaldare la goccia d' acqua 1. a poco a poco di là s' alza una gran quantità di picciole bolle d' aria, le quali, quando tutto è raffreddato, occupano nel vase di vetro uno spazio più grande, (a) che il volume della goccia d' acqua donde elleno sono uscite; 2. l' olio che resta nel piccolo vase di vetro, perde la sua trasparenza, raffreddandosi.

SPIEGAZIONI.

A misura che la goccia d' acqua si riscalda, le parti si scostano un poco l' une dall' altre; i pori, o piccoli intervalli, che sono fra esse, si dilatano, le particelle d'aria che trovavansi ritenute, diventano più libere, e la loro leggerezza respettiva basta allora per svincolarle intieramente, e per elevarle nella parte superiore del piccolo vase di vetro. Ma quello che ancor più ajuta tale separazione, si è, che il medesimo calore che dilata la goccia d'acqua, dilata ancora le picciole bolle di aria; ed il loro volume, considerabilmente accresciuto, le rende tanto più leggiere, e per conseguenza tanto più atte a sollevarsi al di sopra dell' acqua e dell' olio. Si può aggiungnere ancora, che la liquidità dell' acqua e dell' olio cresce per l'azione del fuoco; che l'attrito e la viscosità si diminuiscono altrettanto; lo che dà adito alle bollicole d' aria di svilupparsi, e di salire più facilmente.

La

(a) Il Sig. Mariotte dice 8 *o* 10 *volte più grande*: pur'avendo io ripetuta quest' Esperienza molte fiate e attentamente, non ho mai trovata tant'aria su la sommità del piccolo vase.

nisce le sue parti, e le suddivide; allora le piccole bolle d'aria, ch'elleno rinchiudevano, essendo come isolate, si sollevano a traverso dell'acqua, ch'è sempre molto più pesante. La quantità di queste particelle d'aria, è diversa, secondo la qualità del zucchero, e secondo la soluzione più o meno perfetta della sua massa: ma si può sempre paragonare il volume d'aria ch'è uscita, con quello del zucchero che si è fatto fondere, poichè lo spazio A B serve di misura comune all'uno ed all'altro.

XIX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Bisogna congiungere la retorta A B, *Fig.* 36. con entro qualche materia da distillare, al matraccio A C per mezzo d'un certo luto, che a un mediocre calore non si disfaccia, e che non si disciolga tampoco ad una leggiera umidità. Questi due vasi essendo così uniti, nel collo del secondo bisogna introdurre un ramo del sifone E D F, per un foro fatto nel fondo del vase; s'immerge poscia il matraccio ed il sifone nell'acqua, affinchè il primo s'empia per D fin all'altezza F; lo che fassi agevolmente per mezzo del sifone, che permette all'aria di sfuggirsene: si toglie poscia questo sifone, e l'acqua resta sospesa all'altezza F, per la pressione dell'atmosfera che adopera sopra quella della conca. Finalmente si scalda la retorta, ponendola sopra un fornello disposto ad un'altezzza convenevole. Se le materie, che si distillano, mandano aria, un se n'accorge, perchè il volume di quella ch'è chiusa in A F, cresce; se al contrario el-

le-

leno, ne assorbiscono, come in certi casi si vede, la diminuzione di questo medesimo volume d'aria il dimostra. E se si vuole paragonare la quantità d'aria mandata fuori, o assorbita, con quella delle materie, messe nella retorta, si può venirne a capo, riducendo a una nota misura, come al pollice cubico; per esempio, quel che si mette nella retorta; imperocchè dopo la distillazione, si potrà vedere quanti pollici cubici d'acqua abbisognino per empire lo spazio occupato dall'aria, in più al di sotto, ed in meno al di sopra di F.

Ma questo volume d'aria, che si vuol misurare, non dee misurarsi, se non quando tutto è raffreddato allo stesso grado, ch'era quello della parte A F, nel momento che si è cominciata l'esperienza; imperocchè si sa quanto alcuni gradi di calore di più o di meno possono far variare le dimensioni di questo fluido; e per non aver quì errore considerabile da sospettare, bisognerebbe chiudervi un piccolo termometro dilicatissimo.

Un'altra attenzione, che si debbe avere, se si vuol procedere con esattezza, si è considerare l'altezza del barometro, sul principio è sul fine dell'esperienza, per accertarsi, se il peso dell'atmosfera abbia variato nel tempo dell'operazione, imperocchè è certo, che il volume d'aria contenuto nel collo del matraccio debbe crescere, o scemare; secondo che l'acqua vi sarà spinta più o men alto, per la pressione dell'aria esterna sopra la superficie della conca.

Finalmente se si trattasse d'una esattezza scrupolosa, si dovrebbe in oltre considerare, che la co-

colonna d'acqua, che resta al di sopra del livello, o che è portata al di sotto, per la quantità più o men grande dell' aria che occupa il collo del matraccio, impedisce, che quest'aria sia mai d'una densità perfettamente eguale a quella dell' aria esterna; ma per buona ventura nella maggior parte di queste prove, si può contentarsi d' un appresso a poco; ed il Fisico deve spesse fiate non far conto delle minuzie, affine di non perdere il coraggio nelle sue ricerche.

EFFETTI.

Con metodi, ed operazioni simili a un di presso, a quella, che ho poc'anzi descritta, il Sig. Hales (*Stat. des Vegetab. chap. 6.*), avendo poste alla prova ogni fatta di materie animali, vegetabili, e minerali, solide, e liquide, ha trovato, per esempio, che un pollice cubico di sangue di porco distillato fino alle scorie secche, producea 33 pollici cubici d'aria.

Che la metà d' un pollice cubico della cima delle corna d' un daino dava 117. pollici cubici d'aria; lo che facea un volume 234. volte più grande, che quello della materia distillata.

Che d' un mezzo pollice cubico di legno di quercia, n'uscivano d'aria 128. pollici cubici.

Che d' un pollice cubico di terra vergine, venne nella distillazione 43. volte altrettanto d' aria.

L' Autore medesimo trovò, che l'acqua forte, il solfo, e più altre materie piuttosto che dar dell'aria, ne assorbivano, cioè, che dopo la distillazione, il volume d'aria contenuto in A F, trovavasi meno grande, di quel che fosse avanti l'esperienza.

SPIEGAZIONI.

Quando ſi diſtilla una materia, l'azione del fuoco divide le ſue parti, le riduce, e le ſolleva in vapori. Le particelle d'aria, che ſi trovano nella maſſa, reſtando iſolate per la ſua diviſione, e per la ſua evaporazione, s'uniſcono col volume d'aria, ch'è racchiuſo nella retorta e nel collo del matraccio, e queſto volume è altrettanto creſciuto: quindi avviene, che la ſuperficie dell'acqua s'abbaſſa comunemente al diſſotto di F.

Ma ſe la materia che ſi diſtilla, è di tal natura, che l'aria ſi uniſca a lei più facilmente e più fortemente, che unir non ſi può con altr'aria, non ſolamente queſta materia non ſi ſcarica delle particelle d'aria, ch'ella contiene, ma acquiſtando più di ſuperficie per la ſua diviſione, ſi appropria ancora nuove parti d'aria, paſſando per lo ſpazio A F; e l'acqua ſi ſolleva altrettanto, per occupare il poſto dell'aria aſſorbita.

Quello che ſi ſtenta a comprendere, ſi è, che poſſa alluogarſi una tanta quantità d'aria in certe materie, ſenza che vi appaja, compreſſa, quanto biſognerebbe che foſſe, e ſi voleſſe ridurla ad un così piccolo volume, quando una volta è ſviluppata; imperocchè di qual forza, non ſarebbe d'uopo per riſtrignere nello ſpazio d'un ſemipollice cubico 234. volte altrettant'aria ſimile a quella dell'atmosfera?

Queſto fenomeno, c'inſegna, che l'aria intimamente meſcolata con altre materie, è ivi in uno ſtato affatto differente da quello, in cui la vediamo, quando n'è ſviluppata: qual è dunque coteſto ſtato dell'aria nell'interno de' corpi? e co-

come ne riceve ella un altro, quando da effi fviluppafi?

Si può fupporre, come hanno fatto molti valenti Fifici (*a*) de' noftri giorni, che le parti dell' aria, quand' ella è intimamente mifchiata con qualch' altra materia; non fi tocchino più, e che fieno immediatamente applicate alle parti del corpo che le contiene; come farebbon de' piccioli peli, o de' filetti di cottone, che, per efempio, involgeffero de' grani di fabbia, o che foffero alluogati feparatamente negl' intervalli, che fi trovaffero da riempire tra quefti medefimi gran raccolti in una maffa: imperocchè, quantunque molti bricioli di bambigia infieme formino ordinariamente una piccola fiocca fleffibile, e che occupa uno fpazio fenfibiliffimo, a cagione di tutti i vuoti che fan parte del fuo volume; ben fi capifce tuttavolta, che ne occuperebbe incomparabilmente meno colla fua materia propria, e fe a' fuoi vacui ripieni di un' altra foftanza non contribuiffero più alla fua grandezza. Si dee pure concedere, che la fua fleffibilità, e per confeguenza la fua molla, o il fuo elaterio, farebbe di niun conto, e come zero, fe ciafcun de' fuoi piccioli fili foffe foftenuto da un corpo duro, come fuccederebbe infallibilmente, fe lo fpazio dall' uno all' altro foffe riempiuto da una materia folida.

Quefta ipotefi è tanto più verifimile; quanto che non pare che l' aria contribuifca punto alla compreffibilità de' corpi, nè alla loro dilatabilità; lo fpirito di vino de' termometri, purgato d' aria (Hift. de l' Acad. des Sc. 1731.), non appare

(a) M. Mairan, Differt. ful Ghiaccio. Mariotte, Saggi fopra la nat. e le propr. dell' aria.

nè più nè meno di prima fensibile , al crefcere del freddo o del caldo ; ed i corpi , tenuti nel vuoto , sono affatto egualmente compreffibili, come prima , tuttochè fiafene veduta ufcire una quantità d'aria molto notabile . L' aria nell' interno de' corpi è dunque, come dice il Sig. Hales, in uno ftato di fiffezza; ed allora eziandio, che da effi fviluppafi , non acquifta punto di molla, fe porta via feco qualche foftanza ftraniera , che l' impedifce l'unirfi con altr'aria : imperocchè in quefto folo ultimo ftato, ella può effere fleffibile ed elaftica.

Quefto difcorfo è per verità appoggiato a fatti incontraftabili; contuttociò, vi ha degli altri fatti , i quali non fono nè meno certi , nè meno noti, ma che ci portano a difcorrere affatto diverfamente ; quando una materia paffa nel vuoto , o quando l'azione del fuoco o d'un diffolvente diminuifce , e toglie la coerenza delle fue parti , fi vede fubito l'aria fvilupparfene ; come non penferemo noi, che queft' aria era nello ftato d'una molla tefa , e ch'ella afpettava foltanto per difpiegarfi, la foppreffion degli oftacoli , che ne l'impedivano?

Ecco quello che fi può dire , per conciliare quefti fenomeni, che pajono contradirfi; l'aria , nella maggior parte de' corpi , trovafi fotto due ftati differenti ; i vacui più grandi, que' pori che comunicano infieme, la contengono in globetti , o, per dir meglio , in picciole colonne , che il pefo dell' atmosfera ha condenfate, e che per la continuità delle loro parti , hanno confervata la facoltà di eftenderfi e di portarfi fuori , quando vien a ceffare la preffione efterna ; l'altr' aria , mol-

molto più divisa, riempie solo de' pori isolati più piccioli, e la materia che la circonda, ha più di coerenza, che non ha l' aria d' elasticità. Per sviluppare e separare la prima; basta o accrescere grandemente il suo elaterio col calore, o levar l' ostacolo, che tien la sua molla tesa: questi due mezzi sono facili; primieramente, perchè la molla dell' aria tanto è più attiva, quanto più grande il suo volume; in secondo luogo, perchè i pori che contengono coteste picciole colonne, sono aperti sinó alla superficie. Non è così dell' altr' aria, bisogna, per estrarla, dividere il corpo fino nelle sue minori parti; e supponendosi questo fluido ridotto quasi ai suoi primi elementi, non si dee aspettar dal suo elaterio nulla, che ajuti questa separazione.

Questa supposizione giova a far concepire, come l' aria non rende nè più dilatabili, nè più compressibili le materie, con le quali è mescolata, quantunque ivi goda della sua elasticità; imperocchè 1. se i piccioli globetti contigui gli uni agli altri in tutta l' estesa di ciascun poro, vi si trovano contenuti quasi in una guaina, le cui solide parti si sostengano scambievolmente, questo canale compresso per di fuori, non riceverà niente della flessibilità dell' aria ch' ei racchiude, e per conseguenza il corpo intiero, che non è se non un aggregato di questi tubi, non sarà nè più nè meno compressibile, o che i suoi sieno d' aria pieni, o che ne sien vuoti. 2. Se queste colonne d' aria formate, e come gittate ne' pori, sono composte di globuli assai piccoli, come si debbe suppore; l' azione moderata del fuoco non potrà dilatarli se non pochissimo, ed il loro accre-

ſcimento non eccederà ſenſibilmente quello de' pori, che ſi dilatano altresì per lo ſteſſo grado di calore: così la maſſa totale non ſarà nè più nè meno dilatabile, o contenga dell'aria elaſtica, o non ne contenga.

Ma queſt'aria ſteſſa, eziandio la più intimamente meſcolata, quella che conſideriamo come priva d'elaterio, perchè è ſommamente diviſa, n'è priva ella veramente punto? Le ſue parti in vece di eſſer diventate troppo corte, e però non fleſſibili, chi ſa che non ſi ſieno più toſto ripiegate in ſe ſteſſe, quanto è poſſibile che ciò loro avvenga? E la loro infleſſibilità, non potrebb' ella forſe venire dal non poter elleno più avvicinarſi maggiormente; appunto come un filo avvolto in una mataſſa, diventa un corpo duro, che ſi ſtenta a comprimere, e che, quando ſi ſvolge, occupa un luogo incomparabilmente più grande. Fermandomi ſu queſta idea, apprendo la ragione, per la quale queſt'aria eſtratta da' corpi prende un volume così notabile, ch'eccede due o tre cento volte quello di cui ella facea parte. La natura ha potuto accomodarſi di alcuni mezzi, per riſtrignere così le particelle d'aria, ch'ella entrar fa nella compoſizion de' miſti, e la coerenza di queſti medeſimi corpi, qualunque ne ſia la cagione, è una potenza, che può baſtare per reſiſtere alla ſua reazione.

Una ragione, che ſi può ancor' aggiugnere per iſpiegar queſta prodigioſa eſtenſione dell'aria eſtratta, ſi è, che queſt'aria non è pura, ma un fluido compoſto, che ritien molto delle materie, donde egli eſce; mi baſtano per prove, gli effetti de' quali egli è capace: quell'aria che s'eſtrae dal-

la

la pasta fermentata, dalle frutta, e dalla maggior parte de' vegetabili, estingue il fuoco, soffoca gli animali, e si fa sentire con un odor penetrante (*Boyle*, *Experim. Phys. Mechan. continu.* 2. *Hales*, *Stat. des Veget. p.* 152.); egli è dunque evidente, che quest'aria è caricata d'un vapore abbondante, che fa parte del suo volume; e altronde si fa, che tutte le sostanze che s'evaporano, si estendono portentosamente; perciò li 128. pollici cubici d'aria ch'escono da un mezzo pollice cubico di legno di quercia, si ridurrebbono verisimilmente ad una quantità molto men grande, se ne venisse separato ciò che contengono di straniero.

APPLICAZIONI.

Gli alimenti, così solidi, come liquidi, ch' entrano nello stomaco colla digestione, ivi si dividono, e si scompongono; per conseguenza si scaricano dell'aria in essi contenuta; quest'aria così sviluppata si raccoglie in bollicole, e piglia un volume molto più considerabile; non solamente perchè si sviluppa e si estende quand'ella è libera; ma ancora perchè vien sottomessa a un grado di calore assai grande, che dilata questo fluido tanto più, quanto è più ampia la sua massa.

Se l'aria, che si sviluppi così dagli alimenti nello stomaco, non trova esito libero per uscirne, preme e distende le parti che la rattengono; ed i suoi sforzi fan talora nascere de' dolori acuti, che si chiamano, *colica ventosa*, o *flatulenta*.

Quando niente al suo passaggio si oppone, ell' esce per la bocca, e cagiona quelle eruttazioni, per lo più ingrate e moleste, talor frequenti, se-

condo la qualità de' cibi presi, la lor quantità, le loro preparazioni, o secondo la disposizione attuale dello stomaco, che gli digerisce.

Questi ritorni del cibo dispiacciono quasi sempre, quantunque si sien bevute o mangiate delle sostanze d'un od re per se stesse, e d'un sapore gratissimi; la digestione le divide, e l'aria che n'esala, ne porta via seco alcune particelle; ora negli alimenti più sani, vi sono delle parti, che quando dall'altre son separate, possono toccare i nostri sensi in una maniera spiacevole, ed anche perniciosa: Il pane, e la pasta di formento, l'uva e le altre fruta ec. son cibi grati al palato di ognuno; e a più degli uomini non recano nocumento; nulladimeno l'aria che n'esce, quando si fanno fermentare, è infetta, e mortale.

Uno stomaco troppo carico d'alimenti è più incomodato, che un'altro, da queste sorte d'esalazioni; la ragione n'è manifesta. Ma la qualità e la preparazione sono due cose, che han molto di parte a un tale effetto. In generale i liquori spiritosi e fermentati, come il vino, la birra, ec. tutti gli alimenti crudi, portano con essi una grandissima quantità d'aria, e si dee aspettare di sentirne disagio, se si prendono senza moderazione.

Un uso moderato degli alimenti, non esenta nemmeno d'ognora dalle eruttazioni, e da' ritorni del cibo dallo stomaco alla gola; vediamo infatti delle persone non poche, le quali tuttochè sobrie, e caute, se ne querelano grandemente. Questo nasce senza dubbio, perchè vi debb'essere qualche umore vizioso, che occasiona una cattiva digestione. Secondo i nostri principj, questa di-

digestione è cattiva per eccesso; imperocchè provenendone una maggior quantità d'aria, è manifesto che gli alimenti sono più divisi; e in simil caso si potrebbe forse dire, che si digerisce troppo, ma procedendo in questo divisamento io passerei i limiti del mio disegno, e questa è di quelle questioni, che io sottometto alla Facoltà di Medicina.

In certi tempi dell'anno il vino e la birra s' agitano e patiscono alquanto nelle botti, e ne' fiaschi; vale a dire, che si fa in essi una leggiera fermentazione, particolarmente; se questi liquori son mossi, o si ripongono in luoghi non abbastanza freschi. Quest' intestini movimenti dann' adito alle particelle d'aria di svilupparsi, e di salire alla superfizie; e bisognando allora molto più di luogo all'aria; di quel che n'occupava prima, quand'era divisa e alluogata ne' pori; esce con dell'impeto, subito che si disturano i vasi, ed i suoi sforzi giungono fino a farli crepare, quando si trascura d'aprire un passaggio.

Ne' Laboratorj di chimica, gli operaj pongon molta cura di lasciare esito all'aria quando lotano i loro vasi: l'uso ha insegnato loro, che se non usassero questa avvertenza, cotesti vasi rischierebbono di scoppiare; quando tale accidente succede, si suole accusarne la massa d'aria, lasciata chiusa nel recipiente, e dilatata dal calore; ed in fatti questa causa v' ha anch' ella la sua parte; ma la rottura de' vasi proviene principalmente dalla quantità d' aria ch' esce dalla maggior parte delle materie distillate; imperocchè per l'ordinario, il distillatorio, o vase chimico rotondo, è capace di resistere agli sforzi dell'aria

che

che vi si chiude, e che ivi soffre un grado mediocre di calore.

Quando si affonda una canna od un bastone nella creta, o nel loto, su la sponda d' un fiume, o d' uno stagno, comunemente si vede venir su la superfizie dell' acqua molte bollicole d' aria; quest' aria proviene senza dubbio dalle foglie, dai rami d' arbori, dalle piante, e da altri vegetabili, che si sono raccolti, e marciti nel fondo; ella vi resta chiusa e impedita, finchè le si apra qualche esito.

Se si fa uscir l' aria da una materia, senza disunire le parti, ponendola, esempigrazia, nel vuoto, dacchè ella si espone all' aria libera, ripiglia quel che le si è tolto, appresso a poco come una spugna che si empie sempre di acqua, ogni volta che nell' acqua s' immerge dopo d' averla spremuta. Il Signor Mariotte (Saggio sopra la nat. e le prop. dell' aria p. 163.) s' è accertato del fatto con una sperienza semplice del pari ed ingegnosa. Purgò egli dall' aria una certa quantità d' acqua, col farla bollire, e mettendola di poi per qualche tempo nel vuoto, n' empì un' ampolla cui rovesciò in un vase pieno d' acqua, senza otturarla, osservando di far salire nella sommità una bollicola d' aria della grossezza di un' avellana; appoco appoco egli vide diminuirsi quest' aria, che finalmente disparve a capo di circa tre giorni; lo che gli diede a conoscere evidentemente, che l' acqua dell' ampolla s' era di quell' aria imbevuta; quello che è seguito in riguardo all' acqua; seguirebbe senza dubbio in ogni altra materia; al più si potrebbe sospettare alcune va-

varietà nella quantità d' aria che rientra, o nel tempo, ch'ella impiega a rientrare.

Essendo stato sforzato da alcune esperienze di un altro genere, nelle quali ero occupato, a dover sapere con più d'accuratezza, in quanto tempo l'acqua possa ripigliar l'aria, che ell' ha perduto con l' ebullizione, e con la soppressione del peso dell'atmosfera, feci l' esperienza seguente.

XX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A, *Fig.* 37. è una caraffa, ch' io riempio d' acqua recentemente purgata d'aria, fino ai due terzi in circa della sua capacità: la otturo con del soghero, cui di nuovo cuopro d' uno strato di cera fusa e mescolata con della trementina, e traverso di questo turacciolo so passare l'estremità del tubo di vetro B C D, che è ricurvo per due contrarj versi, e la di cui parte C D attaccata sopra una tavola graduata, o divisa in pollici e linee, è sostenuta verticalmente sopra un piede. Fo ancor passare a traverso del medesimo turacciolo il tubo d'un termometro, la cui palla è in parte immersa nell'acqua dalla caraffa. Pongo in appresso questa medesima caraffa in una secchia, ch'è piena d'acqua, siccome anco la parte C E del tubo, segno allora con un filo K, l' altezza del termometro, ed osservo nel barometro l' altezza del mercurio, nel momento che incomincio l'esperienza.

Disposto il tutto così, osservo di 12 in 12 ore l' ascesa dell' acqua nel tubo al di sopra del punto E; e per essere sicuro che l'aria è sempre

pre di un'eguale densità tra l'acqua del tubo e quella della caraffa, a ciascuna osservazione avverto bene 1. di rimettere il bagno della secchia GH alla sua prima temperatura riscaldandolo o raffredandolo, fin a che il liquore del termometro ritorni e si fissi al filo K. 2. Vedo quanto il mercurio siesi alzato od abbassato nel barometro; e però che una linea di mercurio corrisponde a 14. lin. d'acqua per il peso, le aggiungo o le diminuisco nella parte C D del tubo, affinchè la pressione dell' atmosfera resti sempre a un di presso la stessa.

La quantità d'acqua che si solleva al di sopra del punto E, indica, come ben si vede, il volume d'aria che rientra nell'acqua della caraffa, e dopo l'esperienza, si può paragonare questo volume d'aria con quello dell'acqua, nella quale rientra, misurando con una canna che nella sua figura procedendo va gonfiandosi, misurando, dico, quante volte l'acqua della caraffa superi quella che s'è sollevata al di sopra del punto E.

EFFETTI.

Procedendo così ho osservato 1. Che l' acqua del tubo s'è innalzata continuamente per 7 in 8 giorni al di sopra di E; 2. Che il progresso della sua ascesa è sempre andato diminuendo, di maniera che nel sesto giorno era già quasi insensibile; 3. Che la somma di tutte le quantità d'acqua elevate, eguagliava a un di presso la trentesima parte di quella della caraffa.

SPIEGAZIONI.

La massa d'acqua che è nella caraffa, è in riguardo all'aria contenuta al di sopra, quasi come un corpo spongioso, che si è spremuto o seccato,

to, o che si applica alla superficie di qualche liquore; i pori che sono stati vuotati come tanti piccioli tubi capillari, assorbiscono il fluido che vi si presenta, e che è ancora ajurato dalla pressione dell'atmosfera, che agisce in D. Ma sicccome l'aria è composta di parti ramose, o di lamette attorcigliare, non s'attenua se non a poco a poco, ed i suoi globetti si proporzionano alle piccole capaciradi tortuose, ch'ella dee riempire; la difficoltà, ch'ell' ha per introdursi nell'acqua, diventa tanto più grande quanto è più profonda la massa del liquore; e per queste ragioni senza dubbio lo penetra così lentamente, ed i progressi di questa penetrazione vanno sempre a scemando.

APPLICAZIONI.

Seguitando il metodo dell'esperienza precedente, si può conoscere a un dipresso la quantità d'aria, che si è fatta uscire da una materia; imperocchè è probabilissimo, che a capo d'un tempo sufficiente, quello che è rientrato, sia eguale a ciò che n'era uscito; e conseguentemente si potrà giudicare tra molte spezie, quella che più abbonda d'aria, quella che la ripiglia più prontamente, e quanto di tempo si possa tenerla per purgata d'aria.

E chi sa, che non si potesse ancora con tal mezzo introdurre certi odori in materie fluide? imperocchè l'aria, rientrandovi, potrebbe servire di veicolo alle parti odorifere, delle quali essa aria si carica facilissimamente, ed in grandissima quantità.

Queste mire differenti aprono un campo assai vasto a nuove e curiose esperienze; io n'ho già molte tentate con buon esito, e ne renderò conto

to altrove; desidero che il mio esempio ecciti il zelo de' Fisici; la medesima materia maneggiata da diverse mani, somministra d'ordinario un maggior numero di cognizioni.

XI. LEZIONE.

Continuazione del Discorso intorno e proprietà dell' Aria.

II. SEZIONE.

Dell' aria considerata come Atmosfera terrestre.

LE più delle terrestri materie contengono molt' aria tra le lor parti, come l'abbiam fatto vedere sul fine della lezione precedente; a vicenda pure una massa d'aria, qualsivoglia, trovasi sempre mescolata di alcune sostanze straniere, e di essa si può dire come di ogni altro corpo, che non è mai perfettamente pura, cioè, ch'ella comprende sempre nel suo volume qualche altra cosa, oltre la sua materia propria. Tutto quello che esala dalla terra e dall'acque, dagli animali e dalle piante, entra tosto in quell'elemento che respiriamo, nel quale viviamo, e a cui si è dato il nome d'*Atmosfera*, perchè involve e circonda da tutte le parti il globo, di cui abitiam noi la superfizie. Quest'è un fatto, del quale abbiamo procurato di render ragione altrove (Tom. II.) supponendo, che fosse noto bastevolmente; ed infatti, se si potesse dubitarne, la dissipazione di un'infinità di sostanze, che scompajono tutto dì dagli occhi nostri; l'opinione ragionevole, e generalmente

ralmente ricevuta, che nulla s'annienta di quanto è stato creato, basterebbono per convincerne di questa verità: quando il fuoco disfà un misto, non vediam noi le parti più sottili alzarsi in fiamma ed in fummo? quando il cadavere d'un cane o d'un cavallo, gettato nel sozzume, di giorno in giorno scema e s'avvalla, e finisce in niente, non lo fa egli infettando i luoghi circonvicini con un cattivo odore; effetto, come si sa, delle parti che n'esalano? Finalmente chi è che non sappia, che i vasi contenenti de' liquori, si vuotano per evaporazione, se si tralascia di otturarli? L'atmosfera terrestre è dunque un fluido misto, un' aria caricata d'esalazioni e di vapori. Il suo stato varia secondo i tempi, ed i luoghi, perchè le parti ch'entrano in questo miscuglio, non sono sempre e da per tutto nella medesima quantità, nè con le medesimi qualitadi.

Si può considerare l'atmosfera sotto due differenti aspetti: primieramente come un fluido in quiete; che pesa egualmente da tutte le parti sopra la terra, che riceve da essa materie di differenti nature, che le sostiene per un certo tempo, che le lascia ricadere, e che ci trasmette il caldo, ed il freddo; ond' egli è suscettibile; secondariamente come un fluido agitato, i cui moti possono essere differentemente modificati. Esaminando l'atmosfera sotto questi due punti di vista, trascorreremo ne' due seguenti articoli le sue principali proprietà.

AR-

ARTICOLO PRIMO.

Dell' atmosfera considerata come un fluido in quiete.

La quiete, che io quì suppongo, non deve intendersi in un senso assoluto, e per tutta l'atmosfera nel medesimo tempo; imperocchè, rigorosamente parlando, le parti che la compongono sono in un moto quasi continuo, poichè elleno s'alzano o s'abbassano frequentemente, e per le mutazioni di temperie si espandono, o si ristringono alternativamente. Prescindendo eziandio da tali vicissitudini, non regna mai una calma sì perfetta in questo vasto fluido, che non ve ne sia sempre qualche porzione agitata: e poi, l'atmosfera è (dirò così) una dipendenza del globo terrestre, che come esso globo, e con esso, muovesi in 24. ore sovr'un' asse comune, ed in un anno nel medesimo Orbe attorno del Sole; considerandola adunque in quiete non gli attribuisco già assolutamente uno stato tale, ma più tosto astraggo da' suoi principali movimenti.

Noi non vediam mai che alcuna porzione dell' atmosfera perda la sua fluidità, quantunque molto e poi molto di ciò che la compone, sia atto a formar de' corpi solidi; l'acqua nell'aria s'indura, e ricade in piccoli diacciuoli; ma l'aria medesima non si congela altrimenti con l'acqua: queste parti acquose, per quanto sieno abbondanti, nol sono mai tanto, che interrompano o tolgano intieramente la continuità delle parti proprie d' un volume notabile d'aria, e quest' elemento, finchè egli fa masse, conserva sempre la

sua

sua molla o del suo elaterio, che probabilmente è la cagion potissima della sua fluidità.

Ogni materia che alla terra appartiene, ha una tendenza naturale verso il centro di questo Pianeta. Ora essendo l'atmosfera composta d'aria, e d'un estratto, dirò così, di tutti i corpi sullunari, de' qual provata abbiamo nelle Lezioni precedenti la gravità ed il peso, dubitar non si può, ch' ella non pesi sopra di noi, e sopra tutto quello che in essa trovasi immerso: tuttavolta se n'è un tempo dubitato, o per dir meglio lunga pezza è stato il mondo senza a ciò por mente. Detto abbiamo in altro luogo (Tomo I.) in quale maniera ne siamo alla fine restati convinti, e come il peso dell'atmosfera conosciuto, abbia illuminati i Fisici, circa molti Fenomeni, che indi risultano.

Ma questa gravità è gravità d'un fluido; vale a dire, ch' ella dee crescere e scemare secondo l'altezza delle colonne, e la larghezza della loro base; secondo questa proporzione altresì ella adopera, come s'è già veduto nella settima Lezione, dove abbiamo riferita l'origine del barometro, gli usi suoi principali, e la prova che se ne fece nelle diverse stazioni della montagna *du Puis de Dome* nell' *Overgne*: qui riferirò ancora una Esperienza del medesimo genere, e di più facile esecuzione, che mi darà motivo d'esporre quanto rimane da dire su questa materia.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Bisogna scegliere qualche luogo elevato, ed accessibile, come una torre, un campanile, o qual-

ch' altro edifizio, di cui possa facilmente misurare la perpendicolare altezza, e munirsi di due barometri similissimi, cioè, tali che nel medesimo luogo il mercurio sia sempre in ambedue ad altezze eguali. Lasciasi uno di questi strumenti a basso della torre con un Osservatore, il quale esamina attentamente, se succede variazione all' altezza del mercurio, mentre si porta l' altro barometro su la cima.

EFFETTI.

1. A misura che si va ascendendo col Barometro, il mercurio s' abbassa nel tubo, come l' ho già detto (Tom. II.) adducendo l' esperienza del Signor Pascal, eseguita del Signor Perrier;

2. Se, quando il mercurio, s' è abbassato una linea, si misura l' altezza, ove si fa questa prima stazione, trovasi ch' ella è di circa 12. pertiche.

3. Se l' edificio, o la natura del luogo permette, che si poggi maggiormente ad altezze note o misurabili, si trova che le seguenti stazioni che fannosi cadauna volta, che s' osserva una linea d' abbassamento nel mercurio, son sempre di 12 pertiche a un dipresso, le une sopra dell' altre.

4. S' osserva che le altezze perpendicolari di tutte queste stazioni, ciascuna delle quali corrisponde ad una linea d' abbassamento del mercurio, sono tanto più piccole, quanto più l' aria pesa nel tempo della esperienza, o per lo poco d' elevazione del luogo, ove si opera; o per lo stato attuale dell' atmosferà.

5. Se si ripete questa prova in luoghi, che sieno

no mediocremente lontani gli uni dagli altri, ed in circostanze che rendano la pressione dell'atmosfera appresso a poco simile, si trovan pure appresso a poco gli stessi effetti; ma quando le distanze sono grandissime, come di 400; o 500 leghe si può con sicurezza aspettare delle notabilissime differenze.

SPIEGAZIONI.

Avendo l'Atmosfera più di altezza, se computiamo dal piè d'una torre, o d'una montagna, di quel ch'ella n'abbia in tutte le stazioni che si fanno, ascendendo; il suo peso altresì è più grande; e s'egli è capace di sostenere 27 pollici $\frac{1}{2}$ di mercurio in ciascun barometro, quel delli due, che si porta più in alto, trovasi sotto una colonna d'aria più corta, che, per conseguenza, sostiene meno di mercurio. Questa diminuzione di peso nella colonna dell'atmosfera non può essere attribuita se non al suo accorciamento; imperocchè il barometro di comparazione che si è lasciato abbasso, e che sostiene una colonna intera, o succeda in esso varietà, o no, nel tempo dell'esperienza, trovasi sempre più alto del altro, colle proporzioni accennate di sopra.

Dal secondo e dal terzo effetto di questa esperienza, si raccoglie che ogni linea d'abbassamento del mercurio nel barometro corrisponde a circa 12 pertiche d'altezza perpendicolare nell'atmosfera: questa proporzione ci dà l'aria più pesante, di quel che l'abbiamo stimata nella precedente Lezione; imperocchè abbiamo detto che la sua densità, o gravità specifica sta a quella dell'acqua, come l'unità a 900; e pesando il mercurio 14 volte più dell'acqua, segue che una

linea di mercurio equivale a 14 volte 900 linee d'aria, la cui somma 12600 fa 15 pertiche, 4 piedi, 6 pollici, ed 8 linee in vece di 12 pertiche, delle quali abbiam fatto poc'anzi menzione ne' precedenti addotti effetti di questa prima Esperienza.

Ma bisogna pure osservare, che di tutti quelli che si sono applicati a questa ricerca con esperienze accuratamente fatte in varj tempi e varj luoghi, pochi s'accordano a conchiudere la proporzione medesima. Il Signor Casini, dopo d'aver portato il barometro su la montagna di Nostra Signora *de la Garde* di *Tolone*, calcola a 10 pertiche e 14 piedi l'altezza dell'aria, che sostiene una linea di mercurio. Il Signor de la Hire il padre, la trovò di 12 pertiche per mezzo di prove, che egli fece sul monte *Clairet*, in vicinanza alla stessa Città: quest'Accademico la giudicò di 12 pertiche 4 piedi, a *Meudon*, e di 12 pertiche 2 piedi 8 pollici a Parigi. Secondo le osservazioni del Signor Picart fatte sul monte S. Michele, una linea di differenza nell'altezza del mercurio sul barometro, corrisponde a 14 pertiche 1 piede e 4 pollici d'aria. Finalmente il Signor Valerio (*Hist. de l'Ac. des Sc.* 1712. *p.* 3.) dotto Svedese, che replicò queste esperienze nel suo paese, dopo d'avere osservate le diverse altezze d'un barometro calato da prima in una miniera profondissima, e cui portò poscia su la sommità d'un monte vicino, contò per ciascuna linea di mercurio 10 pertiche 1 piede e 4 linee d'altezza nell'atmosfera. Il Sign. de la Hire, il figlio, (*Mem. de l'Accad. des Sc.* 1712. *p.* 114.) attribuisce tutte queste differenze a due cagioni prin-

principali: 1. a strati di vapori, che regnar possono in certe parti dell' atmosfera, e che ne aumentano per un dato tempo il peso; lo che pare assai verisimile: 2. alla situazione dei luoghi, ove si fanno queste esperienze, od alla gravità attuale più o meno grande dell' atmosfera; ed infatti si vede dal quarto effetto de i riferiti di sopra, che la porzione d' una colonna d'aria che corrisponde ad una linea di mercurio, è tanto più grande o più piccola, quanto quest'aria è più o men densa; e la densità od il peso d'un fluido compressibile, cresce a misura ch'egli è più caricato, o per la sua propria materia ammucchiata, o per alcune parti straniere framischiatevi.

Si può aggiugnere ancora per terza ragione, (e questa forse è la più forte;) si può, dico, aggiugnere che è difficilissimo stimare appuntino ciascuna linea d' abbassamento del mercurio nel barometro; pure in questa stima i più piccioli errori sono d'un gran momento, quando trattasi di giudicare con esattezza dell' altitudine d' una colonna d' aria corrispondente. Imperocchè, non abbassandosi il mercurio se non una linea, per una sottrazione d'incirca 12 pertiche fatta alla colonna d'aria, si può facilmente ingannarsi di alcune pertiche sopra questa, basta per questo, che ci sia uno sbaglio d' un $\frac{2}{12}$ di linea nell' osservazione del barometro. Quelli, che conoscono bene quest' istrumento, accorderanno di facile, che l' osservatore il più attento può benissimo comettere di simiglianti errori, non sol a causa di qualche difetto di mobilità, che può impedire che il mercurio rimettasi in un perfetto

equilibrio coll'atmosfera, dopo i suoi bilanciamenti, ma ancora per la convessità della sua superficie, e per le piccole rifrazioni occasionate dalla grossezza del vetro che possono ingannar l'occhio.

Poichè l'atmosfera è un fluido compressibile, non si può supporre, che la sua densità sia uniforme; al contrario si dee pensare, che gli stati superiori, pesando sopra quelli che sono al di sotto, ristringano e condensino vieppiù le loro parti; e conseguentemente a questo principio, le differenti stazioni, nelle quali s'osserva, andando su, una linea d'abbassamento nel mercurio del barometro, devono sempre via più lontane trovarsi l'une dall'altre. E questo in fatti s'osserva: ma sin ad un'altezza di 1000, o 1200. pertiche al di sopra del livello del mare, le differenze sono poco notabili; probabilmente perchè la grande quantità di vapori grossieri onde l'aria è caricata in questa bassa regione, ed il gran peso che le preme, rendono la sua densità quasi uniforme. Li Sigg. Cassini, e Maraldi, dopo un gran numero d'esperienze fatte sopra diverse montagne, delle quali avevano geometricamente misurate le altezze, giudicarono, che le porzioni tolte da una colonna dell'atmosfera, per più linee d'abbassamento del mercurio nel barometro, crescono secondo questa progressione, cioè, che se la prima linea di mercurio corrisponde a 61 piedi d'aria, ve n'è per la seconda 62, per la terza 63, e così via via. Ma hanno con ragione pensato, che questa proporzione non continua al di là d'una mezza lega al di sopra del livello del mare; imperocchè, essen-

essendo l'aria più pura, il suo elaterio è più libero, ed i suoi differenti gradi di densità non dipendono quasi più, se non se dalla pressione degli strati superiori.

APPLICAZIONI.

Se si è pesata la colonna di mercurio di un barometro, il tubo del quale sia perfettamente cilindrico, si sa tosto qual sia il peso della colonna totale dell'atmosfera, che la tiene in equilibrio; e l'area del circolo, che fa la sua base, è uno spazio noto; che si può moltiplicare quante volte si vorrà, per sapere qual sia la pressione dell'atmosfera, sopra uno spazio dato nella superfizie della terra, il che meglio s'intenderà con un esempio.

Supponiamo che il tubo del barometro abbia tre linee di diametro interiormente, e che il mercurio, ch'ei contiene, pesi una lira; questo mi addita, che nel medesimo luogo dov'è il barometro, ogni spazio circolare che ha tre linee di diametro, come l'apertura del tubo, trovasi caricato d'una colonna d'aria che pesa una lira; e questa pressione si fa contro una porta, egualmente che sopra una tavola, perchè abbiam quì il peso d'un fluido, che adopera in tutte le direzioni, come s'è da noi insegnato, trattando dell'Idrostatica.

Supponiamo adesso, che un voglia sapere quanto pesi l'atmosfera sopra un spazio circolare d'un diametro tre volte più grande che il precedente; quest'ultimo spazio è 9 volte più esteso che il primo; imperocchè i circoli sono tra essi come i quadrati de' loro diametri, e il quadrato di 3 è 9. Io dirò dunque: Poichè una colonna

dell' atmosfera, la cui base ha tre linee di diametro, pesa una lira; un'altra colonna che s' appoggia sopra uno spazio 9 volte più grande, pesa 9 lire; e si potrà così sapere, qual sia la pressione dell' atmosfera, sopra ogni spazio, di cui sarà nota l' estensione.

Alcuni curiosi, appoggiati a questo principio, si son posti in animo di cercare qual sia il peso di tutta l'atmosfera; ma quello che hanno quì potuto sapere, s' attiene ad ipotesi, altre visibilmente false; altre incertissime, sì che i loro laboriosi calcoli si son resi poco meno che inutili. Ed in fatti qual cognizione può trarsi da una simil fatica, se s' ignora qual sia appuntino l'ampiezza della superfizie della terra, se si trascura di tener conto dell' altezza delle sue ineguaglianze; se si considera l'atmosfera, come un fluido d' una densità uniforme nelle sue parti simili; se non si pon mente agli effetti della forza centrifuga, che risulta dal moto della terra sul suo asse, ec.? Ben si vede quanto sarebbe difficile cogliere con esattezza tutti questi elementi; ma questa quistione essendo per buona ventura soltanto curiosa, non porta il pregio che si fatichi per scioglierla.

Una più felice e più utile applicazione del barometro, è quella di servirsene per misurare l' altezza delle montagne; imperocchè secondo le sperienze fatte da' Sigg. Cassini, Maraldi, e Chaselles, nell' Overgne, nella Linguadocca, e nel Rosiglione (Mem. de l'Acad. des Sc. 1703. p. 229.), appare che dal livello del mare fino ad una mezza lega d' altezza, si possono contare in circa 10 pertiche d' elevazione di ciascuna linea d' abbassamento nel mercurio, aggiungendo un piede alla pri-

prima decina, 2 piedi alla seconda, 3 piedi alla terza, e così proseguendo.

Ben si vede che per adoperare un tal mezzo bisogna sapere a quale altezza sia attualmente il mercurio, su la riva del mare, mentre si opera; e facilmente ciò può sapersi per mezzo d' un barometro di comparazione, che ivi si lasci con un Osservatore attento. Non è nè anche d'uopo, che questo barometro e questo Osservatore sieno su la riva del mare; basta che l'osservazione si faccia in un luogo, di cui si conosca l' elevazione al di sopra del livello del mare; e ciò non è raro a trovarsi, adesso, in tutti gli Stati. La Sala, per esempio, dell'Osservatorio regio a Parigi, dove si fanno perpetuamente le osservazioni del barometro, e delle quali si fa accurato registro ogni anno, è di 45 pertiche al di sopra del livello del Mediterraneo, e 46 al di sopra del livello dell' Oceano, ed il mercurio per questa ragione tiensi colà d' ognora 4. linee più basso di quel che osservasi star' egli su la spiaggia di questi due mari.

Io suppongo dunque, che siesi portato un barometro su la sommità d' una montagna, la cui altezza sia ignota; se ivi trovasi il mercurio 10 linee al di sotto del termine, in cui sarebbe su la spiaggia del mare, contando da prima dieci pertiche, per ciascuna linea di mercurio, si averanno 100 pertiche, alle quali aggiugnendo un piede per la prima decina, due piedi per la seconda, 3. piedi per la terza; e così proseguendo fin alla decima *inclusive*, si averanno ancora 55 piedi; che fanno 9 pertiche e un piede; quindi si dedurranno 109 pertiche ed un piede per l' altezza della montagna al di sopra del livello del mare.

E' ve-

E' vero che questo metodo non dà misure precise, e che servendosi d'esso, non si può far capitale che di un appresso a poco; in primo luogo, perchè le sperienze, sopra le quali è appoggiato questo metodo, avendo ne' loro effetti variato, non determinano con precisione l'altezza che corrisponde ad una linea di mercurio; in 2. luogo perchè è difficilissimo giudicare con tutta la necessaria esattezza, quando il barometro s'è abbassato, quando è arrivato al più alto della montagna: e finalmente perchè durante l'operazione, accader può qualche cambiamento nella parte dell' atmosfera che cuopre il luogo dove si opra. Ma quante occasioni vi ha, nelle quali non possono le misure geometriche essere adoperate, e nelle quali si può contentarsi di conoscere coteste altezze, con lo svario di 10 in 12 pertiche?

Uno de' fini che si potrebbe ancora avere, nel far uso del barometro, sarebbe di conoscere l'estensione dell'atmosfera, determinando l'altezza di quella colonna d'aria, che sostiene quella del mercurio, e di cui abbiamo di sopra imparato a misurare il peso; pare che se ne potrebbe facilmente venire a capo, se l'aria dell'atmosfera, come dell'acqua, e di qualunque altro liquore, fosse per tutto d'una densità uniforme; imperocchè supponendo che una linea di mercurio corrispondesse sempre a 50 pertiche di questa colonna, ella dovrebbe avere altrettante volte 10 pertiche, quante linee si contano in 28 pollici, altezza media del barometro al livello del mare. Ora vi sono 336 linee in 28 pollici, lo che darebbe 3360 pertiche per l'altezza totale dell'atmosfera: ma il fluido, di cui trattiamo, è una materia compressi-

pressibile; e per questa ragione, le parti simili di questa colonna, venendo prese le une al di sopra delle altre, non debbono pesare egualmente, o (lo che è lo stesso,) tutte queste porzioni, per essere del medesimo peso, debbono avere lunghezze differenti; le più basse saranno più corte che quelle che sono al di sopra.

Questa difficoltà non impedirebbe tuttavolta che non si venisse a capo di calcolare con tal metodo l'altezza dell'atmosfera, se si sapesse appuntino, con qual progressione l'aria si rarefà, a misura che la di lei massa si diminuisce, o ch'ella trovasi men caricata per lo suo proprio peso: se fossimo certi per esempio, che la sua densità cresce e scema come i pesi che la comprimono, e che questa regola posta dal Signor Mariotte può seguitarsi in tutte le sorte d'altezze. Ma tant'è lungi, che possiam far capitale di questa supposizione, che si sa, per moltissime osservazioni ed esperienze, non rarefarsi, nè comprimersi così l'aria, fuorchè in una densità mezzana; e ne' casi estremi seguitar ella un'altra progressione, non conosciuta abbastanza, e la quale dee certamente variare secondo certe circostanze. Più o meno di calore o di purità in una regione, a cui non possono estendersi le nostre osservazioni, basta per cagionare mutazioni notabili nel peso dell'atmosfera, e nella sua altezza. Si può, senza incertezza, giudicare dell'una per mezzo dell'altra,) io voglio dire, dell'altezza, per mezzo del peso,) quando s'ignora qual sia lo stato attuale dell'aria in tutta la sua estensione.

Un corpo elastico, che fortemente si è compresso con un certo numero di pesi eguali, quando viensi

viensi a scaricarlo a poco a poco, si dispiega e s' allenta a quantitadi, le quali van sempre crescendo, e seguitan da principio una progressione regolare; ma sul fine quando si tolgono gli ultimi pesi, lo sviluppamento o l' estensione della molla si fa con proporzioni molto più considerabili. Essendo l'aria un fluido elastico, si dee presumere, che nelle alte regioni, dove dal suo proprio peso ell' è men caricata, che in qualunque altro luogo, dove far possiamo delle prove, egli s' estende altresì molto più; dal che ne viene all' atmosfera un' altezza maggiore di quel ch' ella avrebbe, se giudicar ne dovessimo dalle quantità corrispondenti quaggiù ad una linea d' abbassamento del mercurio nel barometro.

Oltre di che, si dee por mente, che ad una maggior distanza dal centro della terra la gravità si diminuisce, e la forza centrifuga cresce: queste due cagioni concorrono anch' esse a diminuire il peso dell' aria, ed facilitare la sua rarefazione, nella parte più elevata dell' atmosfera.

Da queste differenti considerazioni, e dalle sperienze fatte col barometro, ne segue, che la nostra atmosfera non può aver meno di 6 leghe d' estensione in altezza; segue pure (e questa è la comune opinione) che tal altezza può essere e di 15, e di 20 leghe: quai differenze! ed oh quanto noi siamo ancor poco informati su tale questione?

Il signor de la Hire, mosso da quest' incertezza, e desiderando una soluzione più determinata del dubbio che verte circa quest' altezza, si propose di conoscere quanto l' atmosfera s' estenda in altezza, col far uso di un metodo, indicato da Ke-

Keplero, ma che esso Sig. de la Hire perfezionò, e seppe adoperare più felicemente di quel celebre Astronomo. Ciò che chiamiamo *crepuscolo*, quella luce che dà cominciamento al giorno, innanzi che il Sol levi, e che fa durare dopo che il Sole è tramontato, è un effetto della riflessione, cagionata dall'atmosfera ne' raggi, i quali, se ciò non fosse, passerebbono al di sopra di quella parte della terra che noi abitiamo, e non l'illuminerebbono; questa luce riflettuta, che sensibilmente si scorge nel clima di Parigi, quando il Sole non è più basso di 18 gradi sotto dell' Orizonte, comincerebbe più tardi la mattina, e finirebbe più presto la sera, se l'atmosfera avesse meno d'estensione, perchè allora i raggi di luce potrebbono partire da un punto più elevato verso l'orizonte senza incontrar cotesta massa fluida, che rimanda verso la terra. Vi ha dunque una relazione necessaria, tra la durata de' crepuscoli, e l'altezza dell'atmosfera; e sendo la prima di queste due cose già nota, o facile a conoscersi, in tutte le posizioni della sfera si vede, ch'ella può generalmente condurre a scoprir l'altra. In fatti il Sig. de la Hire, e l'Hallejo, (Hist. de l'Acad. des Sc. 1713.) maneggiando destramente, ed avvertitamente questo metodo, hanno conchiuso con molta probabilità l'altezza dell' atmosfera essere di 15 o 16 leghe; dico con molta probabilità, e non con certezza, perchè la loro dottrina s'attiene tuttavia ad alcune ipotesi, che forse non sono ben d'accordo con la natura e con la verità.

Se si conoscesse bene l'altezza dell'atmosfera per ciascun clima, si saprebbe qual sia la figura

di

di tutta la sua massa ; imperocchè una serie di colonne , che dall'equatore fino ai poli fossero schierate in un medesimo piano, formerebbe con le loro estremità, una curva, da cui risulterebbe la soluzione del problema. Ma restando tuttavia de' dubbj su la prima di queste due quistioni, la seconda rimane ancor'indecisa, almeno per quelli che non vogliono attendersi fuorchè a ragioni del tutto evidenti.

Attese le osservazioni del Sig. Richer, fatte alla Cayenna, e quelle che quasi nel tempo medesimo si fecero col barometro in varj altri climi , si congetturò che l'altezza dell'atmosfera cresceva sempre più , dall'equatore venendo ai poli , perchè il mercurio stassene più alto ne' paesi settentrionali , che sotto la linea equinoziale e ne' suoi contorni. Secondo questa congettura , l'atmosfera formerebbe dunque, con la terra ch'ella involve, uno sferoide allungato verso i poli ; e la sua grossezza sarebbe minore sotto l' Equatore , che per tutt'altro luogo.

Ma senza far quì offesa alle osservazioni del barometro, le quali non si sono mai dipoi cambiate , e che replicate furono eziandio ultimamente con somma esattezza, potrebbesi per avventura , secondo me, congetturare diversamente da quel che fin ora s'è fatto, intorno alla figura esteriore dell'atmosfera. Nel giudicare delle sue altezze , da' suoi differenti gradi di pressione, s'è egli forse potuto trascurare di por mente alla forza centrifuga risultante dal moto della terra sul suo asse , e comune fuor d'ogni dubbio all'aria che la circonda . Una simile considerazione ha fatto conchiudere che le parti del nostro glo-
bo

bo, per essere in equilibrio tra esse, avean dovuto coordinarsi sotto la forma d'uno sferoide più alto sotto l'Equatore, che ai poli, siccome spiegato abbiamo in altro luogo (*Tomo II.*). Non si può forse dire la stessa cosa, e con maggior ragione ancora; d'un fluido più disposto, per la sua natura, a ubbidire alle leggi della Statica, ed a quelle delle forze centrali? E' molto probabile adunque, che l'aria sia più alta tra i due tropici; ch'ella non l'è per tutt' altrove, perchè quella parte dell'atmosfera gira con maggior velocità, e la forza centrifuga ivi adopera più gagliardamente, e più direttamente contro la gravità.

Si può altresì aggiugnere, che sotto la Zona torrida, dove regna un calore più grande e più continuo, almeno verso la superfizie della terra, l'aria debbe ivi essere più rarefatta, e che le colonne per conseguenza debbono crescere in lunghezza per equilibrarsi con quelle d'un altro clima. Se il mercurio del barometro ivi stasse più basso, che nel Nord, non si può dubitare che l'aria non sia ivi meno pesante; ma questa minore gravità vien' ella forse della minore altezza delle colonne, oppur debbonsene incolpare le cagioni poc'anzi da me esposte? L'ultimo partito a me sembra il più verisimile.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si mescoli della neve, o del ghiaccio pistato, con del sale, in un vase di vetro o di metallo assai sottile, ben asciutto al di fuori; e che tengasi circa un quarto d'ora in un luogo fresco.

Effetti.

Tutte le parti esterne del vase si cuoprono a poco a poco d'una spezie di brina, o di ghiacciuolo bianco, simile a quella che vediamo la mattina su i tetti, e su la superfizie della terra, verso il fine dell'Autunno, o sul principio dell'Inverno.

Spiegazioni.

Il mescolamento di ghiaccio, e di sale raffredda considerabilmente le pareti del vase, che lo contengono: questo raffreddamento condensa subito l'aria esterna più prossima; e le particelle d'acqua onde quest'aria è caricata, essendo anch'elleno per la medesima ragione condensate, s'attaccano, e si gelano sul vase; al primo suolo se ne aggiugne un altro, a questo il terzo, ec. lo che fa che questa congelazione esteriore si addensa, e s'ispessisce più o meno, secondo la durata e l'intensione del freddo artifiziale, che la cagiona.

Se qualcuno fosse tentato a credere, che il predetto effetto non è altro, che una traspirazione di ciò che il vase contiene, presto potrebbe disingannarsi di quest'errore, assaggiando il ghiaccio esterno; imperocchè troverebbelo insipido, e differente da quel ch'egli esser dovrebbe, se si formasse d'acqua salata.

Per dileguare affatto una tal presunzione, prima di raffreddare il mio vase col mescuglio di sale e di ghiaccio, lo pongo in un altro vase di vetro, e fo sì, che l'aria esterna non possa entrare nel poco d'intervallo che trovasi tra esso e l'altro; ed allora qualunque sia il raffreddamento, io non veggo alcuna congelazione attorno del vase rinchiuso; quella che vi si vede, quando rinchiuso

non

non è, non può dunque attribuirsi se non all' umidità dell' aria esterna.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 1. rappresenta un fiasco rotondo di vetro assai trasparente, che ha da 9. in 10 pollici di diametro; non mai prima empiuto di alcun liquore, e ch' è unito al maggior recipiente della macchina pneumatica per mezzo d' un canale guernito d' un galletto, di maniera che si può aprire e chiudere la comunicazione tra i due vasi: la chiave del galletto, è forata in maniera, che quando il recipiente, ed il fiasco, od utre chimico non comunicano insieme, questi comunica con l' aria esterna; essendo dunque il canale chiuso, si estrae l' aria dal recipiente, e poi s' apre la comunicazione tra il fiasco, ed esso recipiente.

EFFETTI.

Se il fiasco rotondo è collocato tra 'l lume e l' occhio dello Spettatore, vi si scorge un vapore leggiero che s' aggira, e che si precipita verso l' inferior parte del vase; se nuova aria rientra nel fiasco, e se si apre di nuovo la comunicazione, subito si vede rinascere il vapore; e quest' effetto succede tante volte, quante si apre il galletto, purchè l' aria sia ancora sufficientemente rarefatta nel recipiente.

SPIEGAZIONI.

Sempre che si apre una comunicazione tra due capacitadi, l' una delle quali è vuota d' aria sendone l' altra piena; questo fluido si estende, e si divide in tutte e due, secondo la proporzione che

hanno fra esse, come si è detto trattando delle funzioni della macchina pneumatica, perciò, nel fiasco rotondo chimico della nostra sperienza, l'aria si rarefà considerabilmente, dacchè il vase comunica col recipiente evacuato d'aria. Ma perocchè i piccioli corpi stranieri, onde questa massa d'aria è pregna, non sono atti nati ad estendersi come la detta massa, eglino restano isolati, e in balia del loro proprio peso, e del moto dell'aria che portasi da tutte le parti verso il canale di comunicazione, il che li fa circolare ed aggirar, cadendo in forma di vapore.

Il medesimo effetto si scorge sempre più o meno in ogni recipiente, ove comincisi a fare il vuoto; ed io avrei potuto contentarmi di ridutre a memoria questo fatto così familiare a chi si serve della macchina pneumatica, per provar che l'aria è sempre mista di materie straniere; ma si averebbe potuto oppormi, che questo vapore, il quale fa quì il fondamento della mia prova, proviene dall' umidità delle pelli bagnate che cuoprono la piastretta, e sopra le quali s' applica il vase; ma questo sospetto da me si dilegua, quando fo vedere questo vapore in un fiasco rotondo tersissimo, e nel quale nient' altro entra che l' aria immediata dell'atmosfera: chiunque non vorrà arrendersi a questa ragione, ne troverà parecchie altre, in uno scritto (*Mem. de l' Acad. des Sc.* 1740. *pag.* 243.), nel quale ho espressamente trattato di questa materia.

Potrebbe talun dimandare, perchè i corpuscoli, che formano il vapore accennato, non essendo visibili nell'aria dell'atmosfera, lo diventan, tosto che l'aria è rarefatta.

E' pro-

E' probabilissimo, che questi corpicciuoli, dacchè cessano d'essere sostenuti, piombino gli uni su gli altri, e si uniscano per fermare alcune masse più grossiere, e per conseguenza più atte a vedersi.

Oltre di che, è un fatto, che da noi si esaminerà, quando trattaremo dell' Optica, che la trasparenza de' corpi va scemando, secondo che le loro parti diventano più dense l'une dell' altre: ora quando questa massa fluida, che riempie l'utre chimico, viene a rarefarsi, si diminuisce la sola densità dell' aria propriamente detta; ma la densità delle altre materie in esse mescolate, tutto all' opposto cresce; e questo doppio effetto dà senza dubbio occasione a quella piccola opacità, che si vede, e che sparisce appresso, purgata che sia l'aria mercè d'una sufficiente rarefazione, e spogliata ch' ella siasi di tutte le parti straniere.

APPLICAZIONI.

Si distinguono comunemente in due classi tutte le materie, che si sollevano dalla superficie della terra nell' atmosfera; l'una comprende sotto il nome di *Vapori*; tutto quello che ha della natura dell' acqua; nell' altra poi si schierano tutte le parti saline, sulfuree, grasse, spiritose, e queste sono denominate *Esalazioni*.

Tutte queste sostanze, sì quelle ch' esalano, come quelle che si evaporano, essendo differentemente mescolate o modificate, prendono forme e producono effetti, che variano assai, e che si conoscono sotto 'l nome di *Meteore*. Se ne possono distinguere di tre sorte, cioè, quelle che son prodotte da' soli vapori, e che si chiamano Me-

teore *acquose*: come la nebbia, le nuvole, la pioggia, la brina, la grandine, ec. quelle, che provengono dalle esalazioni, le quali s' accendono, e che chiamansi Meteore *infiammate*: tali sono i lampi, i tuoni, i fuochi fatui, ec. e quelle, che risultano da' vapori, e dalle esalazioni combinate colla luce, e che chiamar si possono *luminose*: come l'arcobaleno, i parelii, ec.

Per non fare una digressíon troppo lunga, mi basterà discorrere quì per le meteore della prima spezie; e rimanderò il Lettore, per ora ad altre Lezioni, nelle quali, col decorso del tempo, tratterò del fuoco e della luce.

In tempo di giorno, i raggi del Sole riscaldano ad un tratto e la terra, e l'aria, che la circonda. Quando il Sole è tramontato, il calore ch' egli ha prodotto, a poco a poco si rallenta; ma conservasi più lungo tempo ne' corpi che hanno più di materia; di maniera che nella notte, la terra e le acque son comunemente più calde, che l' aria dell' atmosfera. Allora la materia del fuoco, che tende ad espandersi sempre uniformemente a modo degli altri fluidi, passa dalla terra nell' aria, e porta con sè le parti più sottili de' corpi terrestri, ch' ella distacca, ed eccita col suo moto. Questa particolare cagione unendosi con quelle delle quali abbiam già fatto cenno, favellando dell' elevazione de' vapori in generale (*Tom. II.*) fa che la parte dell' atmosfera più vicina alla terra riceva una maggior quantità di coteste parti evaporate: di qua proviene quell' umidità, che scorgesi sensibilmente sopra le vestimenta, quando si passeggia nella campagna nel tempo delle fresche rugiade della Primavera e dell' Autunno, e che si

chia-

chiamano *il sereno*. Queste sorte di vapori s'attaccano più prontamente ed in maggior quantità ai zendadi, ed alle tele fine, che a' drappi grossi, perchè prendendo questi più lentamente che gli altri la temperatura dell'aria, che si raffredda, il fuoco che continua ad esalarne, porta via seco le particelle d' acqua che presentasi alla lor superfizie.

Il sereno dura tutta la notte, nelle stagioni e ne' climi, ove la terra si riscalda sufficientemente nel giorno. Al levar del Sole, il calor comincia a rinascere nell' atmosfera, l'aria dilatandosi, si spoglia per l'ordinario di questi vapori, troppo forse sottili, e però non atti a riempire i suoi pori; ovver seguon' essi la materia del fuoco, alla quale sono ancora uniti, e che ritorna allora verso la terra. I vapori che così ricadono, si chiaman *rugiade*; elleno sono più copiose ne' campi che alla città; e nelle campagne coperte d' alberi e di piante, che ne' luoghi aridi; imperocchè ne cadono, a proporzione che ne son sollevati.

Non s' ha tuttavolta a confondere quella rugiada che cade dall'aria con quella che si osserva la mattina su le piante. Quelle goccie che si vedono su i gambi, e su le foglie, sono effetti della traspirazione; e si può facilmente restarne convinto, sol che si cuopra un cavolo, od un piede di lattuga nel tempo della notte; imperocchè vi si vedrà la mattina la medesima rugiada, che suole vedersi, quando si lasciano alla scoperta. Le particelle d' acqua che formano tali gocce, provengono dalla terra, come le altre, e son elevate dalla cagione medesima, ma in luo-

go d'uſcirne immediatamente, come per tutto altrove, elleno trapelano per li gambi, per li rami, per le foglie; il loro moto ſi rallenta, ed elleno reſtano molte aſſieme ſu l' orifizio de' canaletti, per li quali traſpirano.

Gli Empirici, e gli Alchimiſti hanno attribuite grandi virtù alla rugiada: ma è manifeſto, che tutte le maraviglie che ne hanno decantate, non ſono reali, niente più d'altre infinite chimere, colle quali e' ſogliono paſcere la lor fantaſia, e la credulità degl' ignoranti.

Molti Autori hanno detto con più di fondamento e di veriſimiglianza, che la rugiada può nuocere agli animali, che ſi guidano a paſcolare troppo per tempo la mattina; e ch'ella può diminuire la fecondità delle terre, quand'è troppo copioſa: imperocchè quantunque queſto vapore non ſia per lo più, ſe non acqua, negar non ſi può che ſeco ei non traſporti dell' altre ſoſtanze, che variano, o per la quantità, o per le qualità, ſecondo i luoghi, ſecondo i gradi del caldo, e ſecondo le piante, donde egli traſpira. Ciò che ben prova, che la rugiada non è pura acqua, ſi è, ch'ella corrompeſi, e depone, quando conſervarſi nelle bottiglie. Si può altresì attribuire alla rugiada, od al ſereno che piomba, que' leggieri ſtrati di materie graſſe e ſulfuree, che ſi rendon viſibili dai lor colori d' Iride ſu la ſuperfizie dell'acque ſtagnanti, a capo d'alcuni giorni d'un tempo ſereno, durante il quale non ſi vede cader dal cielo nient'altro, che cagionar poſſa queſt' effetto.

Vi ſon eziandio de' caſi, ne' quai la parte acquoſa della rugiada non è più abbondante: allorchè

chè

chè quello che trasuda dalla pianta o dall' albero, è un sugo che s' addensa a misura che l' umidità si svapora; tali sono certe gomme, ed alcune specie di manne, di cui si serve la medicina.

Ora poichè la rugiada è un vapore che contiene un estratto delle materie minerali o vegetabili dalle quali ella esce, è certo ch' ella aver può delle qualitadi buone o cattive, secondo la natura de' principj, onde ella è pregna; ma essendo, che in diversi luoghi nascono diverse piante, che ivi la natura varia, e diversifica parimenti l' altre sue produzioni, e che il calore ch' eccita ed avviva l' esalazioni, non è nè sempre nè per tutto egualmente gagliardo, presumersi dee che la rugiada e il sereno cambino qualità secondo i tempi, ed i luoghi, e che gli effetti de' quali sarebbe l' una o l' altro capace in tale stagione o nel tal clima, non avrebbon luogo altrove, o in altro tempo. A Roma, e nei suoi dintorni, per esempio, dicesi che sia cosa pericolosa, pigliar aria la sera; a Parigi si può farlo impunemente; perchè quì il sereno non è quasi altro che un poco d' umidità; laddove in Italia, e vicino a Roma particolarmente cotesto vapore è caricato di esalazioni nocive, che han della natura del terreno, e la cui quantità corrisponde al gran caldo del clima, perciò non si può stabilire massima generale su questa materia.

Verso il fine dell' Autunno, quando le notti cominciano a essere lunghe, la terra ha più tempo per raffreddarsi, e spessissimo la sua superfizie ed i corpi che son isolati, son tanto freddi, che agghiacciar possono le particelle d' acqua, delle quali la rugiada cadente suole cuoprirli: allora in

vece dell'umidità, si vede sulla zolla erbosa, su i tetti delle case ec. uno strato di piccioli diacciuoli minutissimi, che si chiamano la *brinata*, ch'è bianca di colore, e che si fonde e si dilegua subito che il Sole comincia a far sentire il suo calore.

La rugiada, o la brina che si è liquefatta, si dilegua e dissipa in due maniere: ella rientra nelle terre aride e ne' corpi porosi che han maggiore disposizione ad assorbirla, che l'aria dell'atmosfera; ma per lo più ella si solleva di nuovo, o perchè una mediocre rarefazione mette l'atmosfera in istato di succiarla, o perchè un vento assai dolce vi trasporta un'aria più secca di quella, sotto la quale se ne stava in prima.

Spesse fiate, quando la rugiada si solleva di nuovo, diminuisce la trasparenza dell'atmosfera, perchè allora le parti di questo vapore sono molto più grossiere, e si sollevano più lentamente. Queste due cause che nascono l'una dall'altra, devono necessariamente render l'aria opaca: 1. perchè un corpo trasparente, tanto meno è tale, quanto le sue parti più differiscono per la lor densità, come nel decorso provaremo: 2. perchè il vapore che ascende lentamente, si estende meno e diventa più denso.

Ma questa opacità, provegnente dalla rugiada che torna ad ascendere, non occupa quasi mai una porzione grande dell'atmosfera; ella ristrignesi; dirò così, in un angolo, e fassi più gagliarda ne' luoghi bassi ed umidi; e al di sopra de' prati, che altrove; perchè, come abbiam detto, la rugiada ricade a proporzione di quanto se ne solleva; e se il tempo è in calma, ella debb'essere

ſere più copioſa la mattina, ne' luoghi che ne ſomminiſtrano una maggior quantità la notte. Per queſta ragione ſenza dubbio, non ſi vede ſopra delle Città e de' luoghi aſciuti l'atmosfera oſcurata dalla rugiada che rimonta, ma bensì più ſpeſſo nella vicinanza de' fiumi, degli ſtagni, e dell' erbe.

Un pregiudizio generalmente ricevuto, e appoggiato a mere apparenze, avea introdotte e radicate, intorno alla rugiada ed al ſereno, certe falſe idee, le quali ſono ſtate in queſti ultimi tempi diſtrutte da diverſi Autori (a). Il Lettore, vago di ſapere tutte le ſcoperte circa queſta materia, dee ſcorrere gli Scritti di queſti Autori, da noi citati nel margine; e troverà moltiſſime eſperienze ingegnoſe, e delle oſſervazioni non men curioſe che nuove. Di tutti i fatti che ivi ſon riferiti, quello, che ſorprende maggiormente, ſi è, che il ſereno o la rugiada pare che fugga, e declini da certi Corpi; mentre s'attacca facilmente agli altri: il vetro, la porcellana e gran quantità d' altre materie s'inumidiſcono conſiderabilmente, ed all' incontro de' pezzi di metallo pulito e luſtro, comunque grandi ed eſteſi, eſpoſti nel medeſimo luogo, reſtano coſtantemente aſciuti, e queſta ſpezie di preferenza è sì manifeſta, che uno ſcudo meſſo nel mezzo di un gran piatto di majolica, o di vetro non riceve punto d'umidità, abbenchè il reſto del vaſe ſia tutto bagnato.

Una certa diſpoſizione dell' atmosfera, ed un con-

(a) Criſt. Lud. Gerſten, tentam. Francof. 1733. Muſchenb. Saggi di Fiſica p. 753. Dufay, nelle Mem. dell' Ac. delle Sc. 1736.

concorso di circostanze, che sarebbe difficile additare con minutezza accurata, determinano talvolta una gran quantità di grossi vapori ad innalzarsi, appresso a poco come la rugiada che torna ad ascendere: allora questi vapori, che appena s' alzano, si espandono uniformemente nella parte bassa dell' atmosfera, e la rendono opaca, per tutto il tempo che vi dimoran sospesi.

Tutti questi vapori ondeggianti e bassi, sì quelli che vengono dalla rugiada matutina, come quelli che nascono in altri tempi, e in una maniera differente, si nonimano *Nebbie*. Non sono per l' ordinario altro che acqua; ma qualche volta vi si mescolano delle esalazioni, che manifestansi col loro cattivo odore, con una certa acredine, che ferisce gli occhi, e col danno che cagionano a' frutti, ed a' grani. Regnan in certi anni delle nebbie o caligini, alle quali s' attribuisce il *melume*, e la *ruggine*, morbi ordinarj pur troppo delle biade: alcuni uomini dotti hanno voluto rifondere in queste medesime cagioni, quello che osserviamo in certe spiche, il grano delle quali diventa nero, e s' allunga in forma di corno, e che gli agricoltori chiamano *Carbone*, *golpe*, o *grano cornuto*; la farina n' è perniciosa e le si attribuisce una malattia, che regna qualche volta nelle campagne, ed è nota sotto 'l titolo di *fuoco Sant' Antonio*; si pretende eziadio ch' ella cagioni la gangrena. (Hist. de l' Ac. des Sc. 1710. Journ. des Sav. Mars 1716.)

Nell' Inverno le nebbie sono più frequenti che nella state, perchè il freddo che regna nell' aria, condensa prontamente i vapori, e non dà loro il

il tempo d'alzarsi gran fatto; se il freddo cresce, la nebia si gela, e s'attacca ai rami degli alberi, alle piante secche, ai capelli dei viaggiatori, alle crene de' cavalli, generalmente a quanto si trova esposto; e quest'è quello che chiamiamo *Gelata*, *Diacciuoli* ec.

Quando le nebbie od i vapori atti a formarle, possono poggiare molt'alto, se ne fa degli ammassamenti, che ondeggiano e si ravvolgono; in balia del vento, nell'atmosfera, e son appunto quelle *nuvole*, che vediamo sospese quinci e quindi sopra di noi, e che di quando in quando per la loro opacità, ci occultano il Sole, e gli altri corpi risplendenti; le figure e le grandezze di cotai nuvole variano all'infinito, secondo la quantità de' vapori che le formano, e secondo la maniera ond'elleno si dispongono nell'unirsi; lo che dipende assai dalla direzione e da diversi gradi di velocitadi, che danno loro i venti.

Le nuvole non sono tutte egualmente elevate, perchè dovendo elleno stare sempre in equilibrio con l'aria nella quale fluttuano, ed essendo questo fluido più raro ad una maggior distanza dalla terra; i vapori più sottilizzati possono sostenersi, dove i più crassi troverrebbonsi di soverchio pesanti, e per tal cagione quelle folte nubi, che son vicine a disfarsi in pioggia, sono ordinariamente molto basse. Coloro che viaggiano sovr' alte montagne, come quelle dell'Alpi, o de' Pirenei, passano bene spesso a traverso delle nuvole, le quali rubban dalla loro vista la sotoposta terra, dopo d'aver loro nascosto il cielo; i meno attenti osservan anch'eglino, che a tali altezze la terra è sempre molto umettata dalle

nu-

nuvole, che vengon ivi a rompersi; lo che ajuta a mantener perenni que' torrenti, e quelle fontane, che così spesso si trovano alle falde, e nelle vicinanze de' monti. Così nel tempo stesso, ch' e' non piove, le nuvole sono altrettante semite d'acqua, distribuite dai venti in diverse contrade, e che vanno come a vuotarsi verso le montagne, donde poscia si spandono nelle pianure per li canali sotterranei, fattivi dalla natura. Ma le nuvole non si vuotano sempre a questo modo; il più delle volte, ell'eno s'addensano o per l'azion de' venti che le spingono l'une contro dell'altre, o per la condensazione dell'aria che le porta; e allora le loro parti riunite in gocce diventano troppo pesanti, fanno, cadendo, quel che chiamano *Pioggia*.

Quando questa condensazione si fa lentamente od i vapori cadono soltanto, perchè l'aria che li sostiene si rarefà, come accade talvolta dopo una nebbia matutina; allora le gocce restano picciolissime; la pioggia che formano, è finissima, e si dice che *pioviggina*. Al contrario, quando i vapori si condensano precipitatamente e in una parte poco elevata dell' atmosfera, ove l'aria ha maggior densità, le gocce acquistano maggior grossezza, e restano più disgiunte le une dall'altre, come osserviamo quasi sempre nelle pioggie tempestose, o sia ne rovesci.

I raffredamenti, che si fanno nella regione delle nuvole, non solamente condensano i vapori e li convertono in pioggie; ma accade spesso che il freddo è sì grande, che li fa gelare; allora piombano giù in *neve*, o in *grandine*; in neve se la congelazione prende i vapori, avanti che sensi riu-

niti

piti in grosse stille; imperocchè cotesti diacciuoli infinitamente picccoli, unendosi male fra essi, non possono comporre se non fiocchi leggierissimi: in grandine, se le particelle d'acqua hanno tempo di unirsi avanti che essere colte dal gelo.

La grandine non dovrebbe mai essere naturalmente più grossa, che gocce di pioggia: se talor ne vediam càdere de' pezzi, che eguagliano in grossezza una noce, od un ovo; quest'è perchè molti grani s'uniscono insieme nel cadere: ovvero quando hanno ricevuto un grado di freddo sufficiente, gelano tutte le particelle d'acqua che toccano nella lor discesa; e diventano come i noccioli di più suoli di ghiaccio, che aumentano il lor volume ed il peso. Perciò la gragnuola grossa, è sempre molto piena d'angoli, ed i grani rotondati, non sono mai d'una densità uniforme, prendendo dalla superfizie sino al centro.

Si è veduto, quantunque molto di rado, cadere in forma di pioggia o di grandine, materie, le quali non erano acqua. Nel 1695. cadde in Irlanda una pioggia grossa e viscosa, che restò per 14, o 15 giorni ne' luoghi dove s'era raccolta, e che diventò nera, seccandosi. Nelle memorie di Breslavia (Otte 1723.) si fa menzione d'una pioggia di solfo, che mise in ispavento tutta la Città di Brunswick. Gli abitatori di Copenhague, nel 1949. raccolsero pure del solfo nelle strade dopo una grossa pioggia, che n'avea l'odore. Scheuchzero osservò nel 1677. una polvere gialla che cadè abbondantemente, e che di facile avrebbe talun presa per solfo; ma esaminandola con attenzione, egli si determinò a credere che quella materia venisse dal fior de' giovani

hi pini, che son piantati ne' contorni del Lago di Zurigo, dov' egli fece questa osservazione. Si son vedute delle pioggie di sabbia, ad una considerabil distanza dal mare; e quest' era senza dubbio un effetto del vento o della tempesta, come pure le pioggie di ceneri e di pietre, se si può nominarle pioggie, sono cagionati dalle eruzioni dei Volcani.

Del resto, quando succedono tali fenomeni, si deve, prima di dare il suo giudizio, esaminarli con molta circospezione; e non cedere precipitatamente alle prime apparenze; imperocchè d' ordinario l' attenzion d'un osservatore intelligente dilegua e rimove una falsa maraviglia, e svela una verità oscurata dalle circostanze. Se si giudicasse, esempigrazia, senz' altro esame, che tutto quello che si scorge di nuovo su la terra, dopo o durante la pioggia, proviene, come le goccie d' acqua, dalla nuvola o dall' atmosfera, si crederebbe col volgo, che piovino totalmente delle botte, del sangue, del grano ec. Ma quando si sa che tutti gli animali, fino i reptili e gl' insetti hanno una generazione regolata, e che fassi per le vie medesime in cadauna spezie; che la botta, appresso a poco siccome la rana, viene da un' ovaja pesante e grossa, così che elevar non si può a guisa de' vapori, e che la femina di questa razza di animali, che fa quest' uova, ed il maschio che le feconda, non possono nell' aria reggersi; ragion costrigne a pensare, che tutti questi animaletti, nuovamente spuntati, ed ascosi sotto all' erbe od altrove, sono determinati dalla pioggia ad uscire da' lor nascondigli; e rigettasi per ridicola l' opinione, che sien casual-

stualmente nati, e che abbian potuto cadere sopra la terra la più dura e la più soda, senza schiacciarsi.

Alcune macchie rosse, onde si son trovati tinti i muri ed i tetti delle case in varj tempi, hanno fatto credere al popolo ignorante e preoccupato dal timore, che fosse piovuto sangue: gli Storici eziandio (*Plut. Dion. Tic. Liv. Plinio; ec.*) hanno trasmessi a' posteri questi orrendi fenomeni, e non han mancato di accozzarli con altri avvenimenti contemporanei, sin a che finalmente alcuni dotti (*Peiresc. Meret.*) più occulati osservarono, che la pretesa pioggia di sangue avea segnati o macchiati de' luoghi coperti, come il di sotto de' tavolati, delle porte, e delle finestre, e che subito dopo, l'aria trovavasi ripiena d'un'inumerabile moltitudine d'insetti d'una medesima spezie.

La prima di queste osservazioni prova a prima giunta e senza replica, che le macchie rosse non erano le vestigie d'una pioggia caduta dall'alto. La seconda fa conoscere col tempo qual fosse la loro vera origine: ed ecco come si spiegò il fatto dopo averci un po' riflettuto.

Quando una farfalla esce dalla sua crisalide, ella depone sempre due o tre gocce d'una serosità rossa, che molto rassomiglia a sangue: ora vi è tal circostanza di tempo, in cui ne nasce un numero prodigioso, imperocchè cotali insetti, come la maggior parte degli altri, son fecondissimi, e se tutte l'uova venissero a bene, noi ne patiremmo gran disaggio: ancora vige la ricordanza del danno che apportò una sola spezie di ruca nelle vicinanze di Parigi, nella state del

1735.

1735. non rimasero legumi ne' paludi, e fino allo strame, o l' erba de' prati, tutto fu corroso ne' giardini e ne' campi. Qualor adunque un egual numero di ruche, diventate crisalidi si cangiano in farfalle, quante veder non si debbono macchie rosse, posto che sieno d' una spezie, che s' attacca alle mura e agli edifizi: imperocchè molte pongonsi a terra, e molte ancora s' attaccano a' fusti delle piante: ed allor non si scorgon quasi per niente le tracce della loro metamorfosi.

Le pioggie di grani, sono anch' elleno mere apparenze, e nulla di reale, come quelle di sangue; è vero che si è veduto qualche volta, dopo un rovescio, la terra coperta d' una grande quantità di grani minuti, che somigliano in qualche modo al formento: i contadini che gli hanno raccolti, e che hanno procurato di farne del pane, han creduto, che fosse caduto dal Cielo, e secondo il modo di pensare della plebe, ne hanno tratte certe congetture, riguardanti la carestia, o l' abbondanza. Ma gli uomini più illuminati, e meno soggetti a pregiudizj hanno scorto, che questi grani erano piccioli bulbi, i quali si formano in gran quantità alle radici d' una spezie di ranuncolo chiamato *la piccola celidonia*, ed allora tutto il mirabile sparisce: imperocchè si sa, che le radici di questa pianta sono sottilissime, ed a fior di terra; elleno sono piccole fila strisciandi, che si seccano, e che spariscono; ed i loro bulbi che hanno più consistenza, restano isolati, e rassomigliano alquanto a grani sparsi sopra la terra.

Essendo le nuvole amassamenti di vapori, se ne

ne fan più che altrove, di sopra de' mari e de' gran laghi, dove l' evaporazione è più abbondante. Quindi è che le pioggie, (*cæteris paribus*) sono più frequenti in vicinanza alle Coste, che nel mezzo della terra ferma, o delle grand' Isole. In Ollanda, per esempio, piove comunemente, più che ne' contorni di Parigi; e quando il vento è al mezzodì, o a Ponente, noi abbiamo d'ordinario un tempo piovoso a causa del Mediterraneo e dell' Oceano, da' quai mari non siamo guari discosti.

Si misura continuamente, nell' Osservatorio Regio, la quantità di pioggia che cade nel corso dell' anno, come da lungo tempo si pratica in Inghilterra, in Italia, in Ollanda, e in molte Città della Germania. Tali osservazioni si fanno col mezzo d'un vase quadrato o cilindrico, diviso in gradi nel di dentro secondo la sua altezza; ma però al coperto del vento. Ogni volta che piove, si segna sopra un giornale, quante linee l'acqua si sia innalzata nel vase; e a capo dell'anno sommando tutte queste quantità, si vede qual è la somma totale della pioggia che è caduta nel giro di 12 mesi. Procedendo così, si è saputo, che negli anni medj, cadono a Parigi circa 19 pollici d'acqua; a Londra 37 pollici $\frac{1}{2}$ misura d'Inghilterra, lo che fa circa 35 pollici di Francia; a Roma 20 pollici, a Zurigo 32. a Utrecht 24.

La pioggia purifica l'atmosfera, precipitando con essa tutte l' esalazioni che vi si raccolgono nel tempo asciutto, e la soverchia quantità delle quali corromperebbe l'aria, causerebbe delle malattie epidemiche. Di questo effetto ognun facil-

mente s' accorge, non sol perchè dopo la pioggia meglio si respira, ma ancor perchè l' aria diventa più diafana; gli oggetti si veggono più distintamente e più da lungi, e non mai i cannocchiali fanno così buon effetto, come dopo un rovescio di pioggia, e in un tempo di calma.

Un' altro effetto della pioggia, utilissimo, è quello di rinfrescar l' aria, e di moderare il calore, che c' incomoda in certe stagioni. Se ne scopre la causa, qualor si sa che la regione delle nuvole, è quasi sempre molto più fredda, che quella parte dell' atmosfera, in cui siam noi. Quest' è un fatto, di cui non sono ignari coloro che hanno veduta la cima delle montagne, coperta di neve, quando ancor fa gran caldo ne' luoghi bassi. Così, quando piove la state; ell'è acqua fredda, che filtrasi a traverso d' un' aria più calda, che però necessariamente perde allora una parte del suo caldo.

Ma di tutti i buoni effetti della pioggia, di niuno abbiam più di bisogno, e niuno ridonda in maggior nostro vantaggio, che la parte ch' ha ella nella fertilezza della terra: quando la pioggia manca per troppo lungo tempo, e quando nient' altro v' è che le supplisca, tutto diventa arido ne' campi, e la loro coltura è vana: ma quando ella moderatamente gl' irriga, ammollisce la terra, mantiene la pieghevolezza delle piante, raduna i principj del sugo nutrizio, e gli serve di veicolo, per introdurlo nelle radici, e per distribuirlo nel tronco e ne' rami.

Essendo che i vapori, che deon cadere in pioggia, sollevano insieme con loro stessi, ed incontrano nell' atmosfera le parti le più sottili di tutte

te quelle sostanze, che la natura fa entrare nella composizione de' misti, i sali, i zolfi, gli olj, ec. le nuvole agitate dai venti, trasportano tutti questi principj da un luogo in un altro, e li distribuiscono in tal guisa; che non vengon mai meno. Per dar dunque loro il tempo di raccogliersi, si lascian riposare le terre già esauste e stanche, o pur se ne variano le semenze: imperocchè una pianta può bene spesso far senza di quello che un'altra attrae per sè dalla terra.

Le pioggie possono avere ancora de' cattivi effetti, siccome ne han de' buoni; quando sono fredde o troppo frequenti; quando cadono fuori di stagione; ritardan i progressi della vegetazione, e la maturità de' frutti, marciscono le raccolte, e fan germogliare il grano su i campi; fanno perire il salvatico, rovinano le strade, rendono impraticabile la navigazione de' fiumi, per gli allagamenti, e le rotte che cagionano; e tutti questi pessimi effetti danneggiano, interrompono il commercio, e fan venire la carestia.

Si vede molto spesso sul mare, e molto più di rado nel continente, un fenomeno strano, e pericolosissimo, cui chiamano *Tromba* (Scione): quest' è una nuvola densa che si allunga dall' alto al basso, in forma di colonna cilindrica, o di cono rovesciato; ella gitta attorno di sè molta pioggia o grandine, e fa un romore simile a quello del mare agitato; ella poi atterra gli alberi e le case per tutto dove passa, e quando si gitta sopra d' un vascello, immancabilmente lo sommerge. I marinari, che conoscono questo pericolo, se n' allontanano più che possono; e quando non riesce loro di schivare che s' avvicini,

procurano di rompere cotesta nuvola sparando il cannone, prima ch' esservi di sotto, per rimovere l' inondazione onde son minacciati. Pochi osservatori hanno avuto il comodo di esaminare da presso queste sorte di accidenti; e però non siamo per anche istrutti bene della maniera onde nascono. Si crede (*Mem. de l' Acad. des Sc.* 1727.) con molta verisimiglianza, che la nuvola determinata a girare dalla doppia impulsione di due venti contrarj, e le direzioni de' quali sono parallele, prenda la forma d' un vortice d' acqua, che s' allunga e s' allarga più o meno, secondo la velocità con la quale gira, e secondo l' estensione in altezza de' venti che l' agitano.

Averei molt' altre cose da dire circa le meteore acquose, ma passerei i limiti che mi ho prescritti in un' opera, nella quale ho proposto, non già di dare una Storia completa degli effetti naturali, ma più tosto d' esporre le cagioni di quegli effetti, che sono i più noti, e di maggior rilievo: il Lettore che bramerà saperne di più, potrà vedere gli Autori (*Stambusius*, *Dechales*, *Gesten*, *Musch. &c.*) che su questa materia hanno scritto *ex professo*, e le Memorie dell' Accademie principali, ove trovasi una Raccolta d' osservazioni Meteorologiche per ogni anno.

ARTICOLO II.

Dell' Atmosfera considerata come un fluido in moto.

S' osservano principalmente due sorte di moti nell' aria dell' atmosfera: l' uno è un certo fremito, impresso alle parti di questo fluido, e che le agita per alcuni istanti, senza muoverle di

luo.

luogo o traportarle ; (*a*) l' altro è un traportamento succeſſivo, che ſi fa d' un gran volume d' aria, con una velocità ſenſibile, e una direzione determinata. Il primo di queſti due moti ſi chiama *ſuono*; il ſecondo è quello, che *vento* s' appella.

Del Suono in genere.

Il Suono naſce comunemente dall' urto, o dalla colliſione di due corpi; le parti de' quali ſcoſſe fanno, con eſſe, da tutte le parti ſino ad una certa diſtanza, fremere il fluido che le circonda; e queſto fremito, o mormorio, ſi comunica agli altri corpi, che ne ſon ſuſcettibili, e che s' incontrano in quella ſfera d' attività; di maniera che la ſteſſa campana che ſi fa ſuonare, può farſi ſentire da un numero infinito di perſone, poſte per tutt' intorno. Conſideriamo dunque il ſuono, 1. nel corpo ſonoro; 2. nel mezzo che lo traſmette; 3. nell' organo, che ne riceve l' impreſſione. Si potrebbe ancora tentare di andargli dietro ſin nell' anima che ne percepiſce l' idea; ma ciò appartiene alla Metafiſica ed è fuori del mio ſcopo: farò, parlando dell' udito, come ho fatto nel ragionare degli altri Senſi: mi contenterò di

(a) Si potrebbe dire con queſta definizione, che lo ſtrepito del cannone ſpezza le vetriate d' un appartamento vicino, il che non ſi può fare ſenza un traportamento ſenſibile della maſſa d' aria che le tocca, e le profonda; ma ſi vedrà facilmente dalle coſe ch' eſporremo in queſt' articolo, che tal commozione violenta dell' aria può talvolta accompagnare il ſuono o lo ſtrepito ma ch' ella non è eſſenziale, e non s' incontra ne' caſi più ordinarj.

condur l'oggetto ſino alla parte dell'organo, dove ſi compie la ſenſazione, e laſcerò d'eſaminare, come naſcono le idee, per occaſion dell'oggetto ſenſibile.

De' Corpi ſonori.

Si chiamano *corpi ſonori*, propriamente detti quelli, i ſuoni de' quali dopo l'urto, o il fregamento, che li genera, ſono diſtinti, comparabili; e di qualche durata. Imperocchè non debbono così nominarſi quelli, la caduta, o la ſcoſſa de' quali non fa ſentire, ſe non uno ſtrepito confuſo, o repentino, come quello d'una corvetta, che ſi diſcarica, il mormorio d'un acqua corrente, od il mugito dell'onde agitate. Ora ſi oſſerva, che ſolo i corpi elaſtici ſon veramente ſonori ſecondo queſta difinizione; e che il ſuono che danno, è ſempre proporzionale alle loro vibrazioni, sì per la durata come per l'intenſione o forza.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 2. rappreſenta una campana di vetro, ſoſpeſa con ſaldezza, fra due ſtipiti alzati ſopra una baſe; ſi percuote leggiermente, e con più colpi gli orli di queſta campana, per far che ſuoni: o toſto poi ſi fa avanzare la vite A, che ha la ſua contravite nel groſſo dello ſtipite; e ſi fa ella avanzare ſino che l'eſtremità ſia molto da preſſo alla campana, ſenza però toccarla.

SPIEGAZIONI.

Si ſente un piccolo fremito del vetro contro

la

la punta della vite, e questo romore dura, quanto il suono della campana sussiste.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si attacca a due pesi fissi una corda di cembalo o di viola, che ha circa due piedi di lunghezza, e con un curadenti, ovvero con una spilla, si preme sopra il mezzo di essa corda, per darle moto.

EFFETTI.

Finchè la corda risuona, la vediamo sotto la figura di un parallelogrammo BCDE, *Fig.* 3. e tal figura cessa insieme col suono, dacchè ella si tocca col dito, o con qualche altro corpo solido.

SPIEGAZIONI.

Si può considerare una campana, come una serie o fila di zone circolari, i cui diametri, decrescendo una certa proporzione, sono rappresentati dalle linee puntate 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, *Fig.* 4. e ciascuna Zona, relativamente alla sua grossezza, considerar si può, come un anello piatto, composto di più circonferenze concentriche; *Fig.* 5. Quello ch'io dirò d'uno di questi anelli piatti, debb' intendersi di tutte le Zone.

Se la materia della campana non fosse porosa, tutte le circonferenze concentriche, componenti la larghezza d'un anello, e che fan la grossezza della campana, sarebbono altrettante linee piene e senza interruzione, come le rappresenta la *Fig.* 5. Ma però che le parti che le compongono, lasciano fra esse de' piccoli intervalli, questi anelli so-

sono rappresentati dalla *Fig.* 6. in un modo più conforme alla natura.

Ora il Lettore si ricordi quello che abbiam detto (*Tom. I.*) spiegando il moto reflesso; " Che „ una palla elastica, la qual cade sopra un mar- „ mo, perde la sua figura sferica, e non la ri- „ piglia se non dopo d' essere stata per qualche „ tempo un ellipsoide, il cui gran diametro è „ di due volte una orizontale e verticale. " Di qua segue, che quando si colpisce esternamente l' orlo d' una campana, ch' è un anello elastico *a*, *b*, *c*, *d*, *Fig.* 17. diventa alternativamente ovale per due versi; ed in questo stesso consistono le sue vibrazioni. Così la medesima parte della campana *a*, per esempio, portandosi di *f* in *g*, e di *g* in *f* successivamente con una grande velocità, urta altrettante volte l' estremità della vite, e fa sentire quel fremito, ch' è stato l' effetto principale della prima esperienza.

Ma quest' anello circolare non può diventare ovale fuorchè con due condizioni: primieramente, bisogna che in due luoghi opposti della sua circonferenza, le picciole lamine, od i piccioli filetti che le compongono, si pieghino subito maggiormente; e poi meno di quel che fanno allorchè compongono un circolo: secondariamente, è necessario, che ne' luoghi della maggior curvatura, quelle parti che formano gli strati esteriori, si scostino l' une dall' altre, più che nol sono nel loro strato ordinario.

In quanto alla corda tesa, convien pure ricordarsi quello che ne abbiamo detto (Tomo I.) parlando delle leggi della molla, o dell' elaterio, " che le sue vibrazioni, che ce la fan vedere

„ dere sotto la figura d'un parallelogrammo ;
„ (perchè sono sempre prontissime, e le impressioni che ce la rappresentano, facendo un angolo in cima, sussistono ancora nel fondo dell'occhio, quando ne nascon dell'altre, che ce la fan vedere formante un angolo abbasso ;) che queste
„ vibrazioni, dissi, si fanno in consegnenza del-
„ la reazione di tutte le piccole fibre, ond'ella
„ è composta. „ Imperocchè quando questa corda diventa angolare, ell'è più lunga, che quando tende in retta line da un punto fisso all'altro. Bisogna dunque che le sue menome parti si scostino un poco l'une dall'altre, per cedere a questo allungamento, e che si ravvicinino, per ridursi nella prima lunghezza.

Quindi nella corda, come nella campana, quando s'eccita il suono, io concepisco due sorte di vibrazioni, le une, che chiamerò *totali*, perchè sono del corpo sonoro tutt'intero, quelle che rendono ovali, di circolari che sono, le Zone, o fasce della campana, e che ci fan vedere una corda di viola o di cembalo sotto la figura d'un parallelogrammo ; le altre, che chiamerò *particolari*, le quali appartengono alle parti sensibili, e che si possono considerare come gli elementi delle prime.

Era stato sempre creduto, che i corpi fosser sonori per le loro vibrazioni totali ; ma ognuno s'è di questa falsa idea disingannato, e di tal correzione, siamo spezialmente debitori alli Signori Perault, Carrè, e de la Hire. L'ultimo di questi tre Accademici prova con una esperienza semplicissima che il suono consiste essenzialmente nelle vibrazioni particolari delle parti insensibili ;

„ Si

„ Si tenga, dic' egli, col dito sospesa una picco-
„ la morsa, o molla e con l' altra mano si pre-
„ mano o stringano i due rami o le due braccia
„ per lasciarli poscia scappare; eglino mettonsi
„ in vibrazioni, ma restan mutole; laddove se lor
„ si dia moto in altra maniera, cioè battendovi
„ sopra con un dito, o con qualch' altro corpo
„ solido, faranno ancora delle vibrazioni, come
„ nella prima prova, ma averanno di più un
„ suono intelligibile: che v' è di più quì, se non
„ se un tremore nelle parti del ferro, che si sen-
„ te, quando vi si accosta bel bello la mano?

A coteste parti dunque, che fremono, dev' essere il suono attribuito; e dopo questa esperienza si debb' essere persuaso, che ogni volta che sarà possibile separare queste due spezie di vibrazioni, non si averà mai alcun suono con quelle che chiamiamo torali; ma quando queste nascono dall' altre, (e quest' è il caso più ordinario) quantunque elleno non facciano il suono per se stesse, ne regolano tuttavia la forza, la durazione e le modificazioni.

APPLICAZIONI.

La spiegazione delle due Sperienze soprallegate, può servire, a render ragione di molti fatti che si riferiscono a questa materia, e che meritano attenzione. Perchè, esempigrazia, si fan le campane d' un metallo composto di stagno e di rame rosso? Perchè ogni metallo composto è più duro, e più rigido, e per conseguenza più elastico che i metalli semplici, ch' entrano nel miscuglio: e sendo che i corpi sonori, tanto più sono tali, quanto le loro parti hanno più d' elastico, si collega e s' unisce insieme la materia delle campa-

ne

ne e de' timpani per trarne maggior suono. La magggior parte de' sonagli o campanelli tuttavolta, è di rame; ma quest'è un cattivo rame, un metallo divenuto aspro: essendo questa materia molto dura, rigida, e frangibile, ell'è più dolce, quando si fanno de' campanelli d'argento per li gabinetti, e studj; non ponno avere se non suono cattivo, se il metalo è senza lega; o se non vi si supplisce, gittandolo nella succina, e battendolo freddo, lo che gli da più elaterio.

Si fa cessare di repente il suono d'una campana, col toccarla colla mano, o con altro corpo, perchè s' interrompono le vibrazioni. Per questo i timpani o le campane degli orologj, quando sono coperte di neve, suonano con voce muta, nè più nè meno che i tamburri, che si cuoprono a tal fine di panno nelle cerimonie lugubri. Per la stessa ragione una campana fessa non può continuare le sue vibrazioni, perchè i labbri della fessura si urtano reciprocamente, e fanno, l'uno riguardo all'altro, ciò che potrebbe fare un corpo straniero, che toccasse la campana. Il suono sarebbe probabilmente meno interroto, se in vece d'avere una semplice fessura, ella fosse aperta la larghezza d'un dito traverso o più. Si può osservare ancora, che gli Orivolaj hanno sempre l' avvedimento di far, che i martelli de' timpani sieno di nuovo in un subito alzati dopo il colpo, e vi riescon mediante una molla, acciocchè il medesimo corpo che ha eccitato il suono, non lo alteri, rimanendo troppo a lungo attacato o combaciante il corpo sonoro.

Poichè il suono non è mai altro che una serie di vibrazioni, si dee concepire, che niun suono

è af-

è assolutamente continuo; se tale ci appare, si è perchè il silenzio da una vibrazione all' altra è troppo corto, nè però avvertibile. Niuna cosa è più capace a persuadere di questa verità, che un istrumento suonato a piva, come l'aboè, o la cornamusa: una piva è composta di due laminette elastiche, e sottili, di metallo, di legno, o di qualche altra materia; elleno sono da un capo congiunte, e formano insieme un picciolo tubo, dall'altro capo sono piatte, e s'approssimano molto senza però toccarsi. Quando il soffio della bocca, od il vento d'un manticetto fa giocare o muovere la piva, le due lamine battono l'una contro l'altra con un estrema velocità, e mandano un suono che pare così continuo, come quello d'un flauto, o d'un violino. Frattanto provenendo questo suono da' colpi moltiplicati d'una laminetta sopra l'altra, è incontrastabile che vi è un piccolo intervallo tra i battimenti, e che il suono, che mandano non è continuo.

Similissima a quella d'una lenguella o piva, è la meccanica, per cui si forma la voce di moltissimi insetti; imperocchè è un errore credere che il ronzare delle mosche, lo stridere delle cicale, quel delle cavallette, e de' grilli, provenga dalla bocca di cotesti animaletti, o dagli organi per mezzo de'quali ricevono il loro nutrimento: in alcuni di essi attribuir si dee la lor voce ad un certo battimento delle ali; in altri al moto d'una spezie di tamburo, che hanno talor nel ventre, come la cicala; e talor su la schiena, come è facile osservarlo in certe cavallette, che si ritirano ne' spinaj, e che non hanno ali.

Ma debb' egli sempre il Suono l'origin sua all' ur-

urto, od ai battimenti di due corpi solidi, come quello d'una campana, ch'è battuta da un martello, o quello d'una corda ch'è pizzicata dall' unghia o dall' estremità d' una penna; Sono forse i fluidi sonori per se stessi; ovver percossi eglino da corpi duri, sono per avventura capaci di mandar questi suoni?

Sappiamo a qual partito attenerci su tali questioni, quando riflettiamo un poco sopra certi effetti che giornalmente presentansi. Una battuta di sferza, che un carrettiere, od un postiglione risuonar fa; il ronzamento d'una piccola assicella che un fanciullo fa girare all' estremità d' un funicolo; il fischiare d' una bacchetta che scuotesi con grande velocità, che altro è, senonsè il suono dell' aria battuta da un corpo duro? In tutti questi casi, e in altri infiniti, è dunque un fluido che risuona, le cui parti si mettono in vibrazioni per essere state percosse da un corpo solido. Nel suono d' un zufolo o d'un flauto, io non veggo altro, che un certo volume d'aria, che parte dalla bocca del suonatore, per colpire un'altra massa d' aria contenuta nell' istrumento: imperocchè io penso che le vibrazioni del legno non ci entrino per niente, (se non se forse per trasmettere con più o meno di scroscio, il suono già formato.) Quel che mi fa credere che le vibrazioni del flauto non partecipano alla formazione de'suoni ch'egli manda, si è, ch'esso strumento si tiene e si tocca mentre è eccitato, e mentre suona, così che le sue vibrazioni, se il legno ne avesse, cesserebbono a questi toccamenti. L'istrumento non serve dunque ad altro, per dir così, che di misura e d' involgimento al volume d' aria,

iia, su cui si soffia; e dir si può che tutti i casi, che a questo essenzialmente somigliano, sono tanti esempj di suono mandato da' fluidi, che si urtano fra loro.

Vi ha delle persone, come è noto, che rompono un vetro o bicchiere col suono della loro voce, presentando l'apertura della coppa alla lor bocca. Non è già, come certuni hanno creduto, che ciò facciano, prendendo un suono aspro e dissonante, nè come ha preteso il Morofio (*Morhof. de Scyb. vit. per cert. humanæ vocis sonum fracto*), (che ha fatto una dissertazione intera sopra questo fatto) per lo penetrar che fa l'aria agitata dalla voce, e che lo sforzi ad aprirsi. Tutt'al contrario succede la frattura, con prendere l'unisono del vetro, e solamente sforzando la voce; imperocchè allora si aumenta la grandezza delle vibrazioni totali, e per conseguenza di quelle vibrazioni particolari, da cui elleno risultano; ma però che queste seconde vibrazioni non possono seguire senza che le parti del vetro si scostino le une dall'altre, quando diventan troppo grandi; lo scostamento di queste parti giugne fino alla separazione, o soluzione del continuo, ed allora il vetro va in pezzi; a dir tutto in breve, la voce sforzata, fa sul vetro quello che fa un archetto, che si strascica troppo forte sopra un cantino. E questo pure è un esempio del suono eccitato, o almeno, cresciuto, in un corpo solido coll'urto d'un fluido.

Del mezzo, che trasmette i suoni.

Le vibrazioni d'un corpo sonoro, sarebbonsi in un

un perfetto silenzio, se non vi fosse tra lui e noi una qualche materia capace di ricevere e trasmettere questa spezie di moto: imperocchè tal è l' ordine della natura, che un corpo non opera sopra d' un altro, se non lo tocca per se medesimo, o per mezzo di qualche materia interposta; e di cui tutti quelli che hanno escogitate delle eccezioni a questa legge generale, si può dire, che niuno ne ha per anche date delle prove sufficienti. Ma quand' anche il corpo sonoro operasse sopra una materia, la propagazion del suono non avrebbe ancor luogo, se questa materia o inflessibile o troppo molle, non fosse atta ad ammettere e concepire il medesimo moto che esso corpo gl' imprime. Ecco dunque due condizioni egualmente necessarie, e bastevoli, nel mezzo che dee trasmettere il suono: primieramente debbe egli avere una certa condensità, affinchè le sue parti adoperino con assai di forza, e di libertà le une sopra le altre: secondariamente, debb' essere elastico, perchè il moto di vibrazione nasce dalla molla delle parti. Le sperienze, che quì seguono, verranno per prove di queste due proposizioni.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si ferma su la piastretta d'una macchina pneumatica, *Fig.* 8. un piccolo congegnamento di ruote di oriuolo, che quando si muovono fan pur movere due martelli, che battono alternativamente un timpano. Questo istrumento è fermato sopra una base di piombo, guernita per di sotto d' un coscinetto pieno di bambagia o di lana. Quest'

istru-

iſtrumento è rappreſentato più in grande; (*Tom.* 1. *Lezione* 3. *Tav.* 2. *Fig.* 5.); ſi cuopre il tutto con recipiente, che nella ſommità è guernito d' un piccolo collo foderato di pelli non concie: il gambo di metallo che paſſa a traverſo, ſerve ad allentare la piccola lieva F, per dar moto e far correre le ruote, ſubito che ſi è rarefatta l'aria del recipiente colla maggior eſattezza.

EFFETTI.

Se l'aria è ſufficientemente rarefatta, ed il gambo, o ramo inſerto nel collo di pelli, non tocca più la lieva che diſtende e dà moto, ſi vede i martelli battere, nè ſi ſente ſuono alcuno; ma ſe l'iſtrumento tocca la piaſtretta, il recipiente, o qualch'altro corpo duro, che comunica al di fuori, come il gambo o manico di metallo, che ha ſervito ad allentare la lieva, ſi ſente un poco il tocco de' martelli.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si ha da collocare un ſvegliarino ſopra una piaſtretta di piombo, groſſa da 4 in 5 linee, che cuopreſi poi d'un piccolo recipiente, di cui ſi lotano o attaccano gli orli ſul piombo con della cera molle: quindi ſi ſoſpende il tutto con 4 fila, riunite al di ſopra del recipiente, per immergerlo in un gran vaſe cilindrico, che contiene da 30. boccali d'acqua purgata d'aria. Vedi la *Fig.* 9.

EFFETTI.

Quando lo ſvegliarino ſuona, egli ſi ſente, tuttochè ſia attorniato da più pollici d' acqua per tutte le parti; ma il ſuono pare molto tenue e indebolito.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Un timpano o campanellino, che fa le sue vibrazioni nel vuoto, non le può comunicare a cosa alcuna; per conseguenza, non operando elle il suono, se non quando si trasmettono, debbon succedere in un profondo silenzio. Per verità non vi è un vuoto assoluto nel recipiente della nostra esperienza; ma l'aria, che vi rimane, è rarefatta così, che le sue parti, allor troppo lasche, non hanno quasi punto di reazione. Manca a cotesto fluido la prima delle due condizioni, che abbiam di sopra notate, cioè una densità sufficiente, che metta le parti in istato di oprare con forza le une sopra dell'altre.

Si dirà forse, che in mancanza dell'aria grossiera, vi è sempre in questo vase una materia più sottile; se non altro, vi è quella della luce o del fuoco; ma probabilmente questa materia, qualunque ella sia alla fine, atta però non è alla propagazion del suono, o perchè il suo elaterio non è analogo a quello de' corpi sonori, o perchè questi non hanno presa forza sopra di essa; a causa dell' estrema facilità con cui ella penetra tutti i corpi.

Questa esperienza del timpano, o d'un campanellino nel vuoto, sì nota, e replicata ne' collegj, ha indotto molti a conchiudere, che l'aria è il solo mezzo idoneo alla propagazione del suono. Ch'ella gli sia idonea, e più di ogni altro mezzo, non v'è ombra di dubbio; ch'ella sia il mezzo solo idoneo, credo che sia troppo l'asserirlo. Imperocchè, per qual ragione questa esperienza medesima non riesce a grado di quei che la fanno, quando non avverton bene d'isolare il

corpo ſonoro, d'impedire, ch'ei non tocchi immediatamente la piaſtretta, il recipiente, o qualche altro corpo duro, che al di fuori comunichi. Non accade egli ciò perchè il ſuono ſi traſmette da' corpi ſolidi che hanno comunicazione da una parte col campanello, e dall' altra coll' aria eſteriore?

Oltre di che, la quarta eſperienza par che non laſcia ſopra di ciò alcun dubbio. Se il ſuono non poteſſe traſmetterſi, ſe non per l' aria, perchè s' avrebbe egli a ſentire, quando il corpo ſonoro, chiuſo nel vetro e nel piombo, trovaſi di più immerſo in un vaſe pieno d' acqua? Non è egli forza confeſſare, che il ſuono ſi comunica dallo ſvegliarino all' aria, che lo circonda, dall' aria al recipiente, dal recipiente all' acqua, e dall' acqua all' aria eſterna?

Diraſſi per avventura, che queſta comunicazione non ſi fa per mezzo delle parti proprie del vetro e dell' acqua, ma di quelle dell' aria ch' eglino contengono, e che trovaſi naturalmente in tutti i corpi?

Queſta obbiezione è ſtata da me prevenuta, quando ho detto, che mi ſervo d' acqua purgata d' aria: e quando ſi continuaſſe ad oppormi, che tutta l' aria ch' è nell' acqua, non vien tolta mai, potrei riſpondere che ne ho tolta una gran parte, e che ſe queſt' aria contribuiſſe neceſſariamente alla propagazione del ſuono, doverei trovare almeno una differenza ſenſibile, ripetendo la medeſima eſperienza con pari quantità d' acqua non purgata d' aria, lo che non mi è mai accaduto di vedere; per quanta attenzione ei abbia poſta.

Se

Se qualche ragione potesse far dubitare che le parti dell' acqua fossero capaci per se stesse di trasmettere i suoni, sarebbe l' opinione che si tiene comunemente, che i liquori non sono compressibili; imperocchè se rigorosamente fosse vera quest' asserzione, non avrebbono i liquori elasticità; ed ogni corpo che non è elastico, non è tampoco suscettibile d' un moto di vibrazione.

Ma a qual fondamento poi è appoggiata la opinione, che i liquori sieno incompressibili? Eccolo quì. Perchè gli Accademici di Firenze, e molti altri Fisici, che gli hanno messi alla prova, non hanno mai potuto ristrignere il loro volume, mercè la compressione. Ma basta ciò per stabilire senza restrizione, che i liquidi non sono compressibili? Quanto più saggia conclusione non sarebbe stata, dire, che s' eglino si comprimono agli sforzi che impiegar possiamo a tal fine, questo si riduce a sì piccola quantità, che il lor volume non si diminuisce mai sensibilmente?

Niun fatto cognito, prova dunque l' assoluta incompressibilità dell' acqua; io ho esposte altrove delle ragioni (*Tom. I.*), che fortemente combattono questa opinione; e parmi, che la nostra ultima esperienza finisca di distruggerla: imperocchè se l' acqua trasmette il suono, ella è elastica; e se è elastica, convien che sia compressibile.

APPLICAZIONI.

Poichè il suono si trasmette per li corpi solidi come lo provano in maniera incontrastabile le avvertenze che convien usare per far riuscire la prima delle esperienze precedenti, non dee recar

 più

più maraviglia un fatto, che da trastullo a' ragazzi, e che eccita all' attenzione gli uomini più serj, ed è il sentir che si fa distintamente la percossa d'una spilla su l'estremità d'una lunga trave, quando s' applica l'orecchia all'altro capo: imperocchè a cagione delle continuità delle parti questa percossa è rimandata all' aria che tocca l' estremità opposta del pezzo di legno. Tuttavolta pare sempre strano, come il romore (in questo caso) perda sì poco della sua forza nel giugnere ad una sì grande distanza; mentre appena può egli sentirsi a traverso della grossezza della trave medesima; probabilmente ciò accade, perchè le fibre longitudinali del legno sono molto meno interrotte dalla loro porosità, che non lo è l'adunamento di quelle fibre, le quali formano la grossezza del legno.

Non solamente il suono eccitato nell'acqua si trasmette all'aria dell'atmosfera, ma ancor quello che nasce nell' aria passa nell' acqua, ed ivi fa sentire tutte le sue modificazioni. Io ho avuto la curiosità di tuffarmi a bello studio in un' acqua tranquilla, ora più a fondo, ora meno, ed ho sentito distintissimamente ogni sorte di suono, e sino le articolazioni della voce umana.

E' vero che tutti questi suoni erano molto indeboliti, senza dubbio perchè le parti dell' acqua, molto meno flessibili, che quelle dell' aria, aver non possono vibrazioni nè così ampie, nè di così lunga durata: ma l' osservabile si è, che quest' indebolimento segue quasi tutt' intero, nel passar del suono immediatamente dall' aria nell' acqua; imperocchè in una profondità di tre piedi sentiva quasi così bene, come in una di tre pollici.

E' una

E' una questione tra i Naturalisti, se i pesci, siccome son muti, così anco sieno sordi, e quantunque i più dotti e valenti l'abbiano studiata (*Plinio*, *Boyle*, *Artedi*, *Rondeletio ec.*), ell'è ancora indecisa, con gran stupore del volgo, che giudica sempre dalle prime apparenze, e dall'analogia la più superfiziale. " Tutti gli altri animali sentono; perchè non sentiranno i pesci? i „ pesci fuggono come gli uccelli quando si fa dello strepito, dunque non men gli uni che gli „ altri ne ricevono spavento „. Ma il volgo non sa, che ne' pesci non conosciamo nè vediamo vere orecchie, nè altra cosa che ne faccia l'ufficiò. Egli ignora di più, che si suole considerar l'acqua, ch'è il loro naturále elemento, come incapace di molla, e che ciò supposto, con molto fondamento noi la crederemmo impermeabile al suono. Se il pesce fugge quando si fa dello strepito bisogna essere ben certo, che egli non abbia potuto scorgere alcun movimento che l'abbia determinato a fuggire; ed io so per me stesso, che questa non è cosa così facile a decidere, almeno per chi si vuol guardare da pregiudizj.

Comunque il fatto stia, se il pesce non sente i suoni che vengono dall'aria, non viene già l'impedimento dall'acqua, poichè l'acqua il trasmette; non tengo nè meno per ragione, che renda assolutamente certa la sua sordità, il mancar l'orecchie simili a quelle degli altri animali: quest'organo, nel pesce, potrebbe essere diversamente costituito, da quel ch'egli è negli animali che respirano l'aria; chi sa, che questo sentimento non sia universale per li pesci come l'è il tatto per noi? Quel che mi muove un tal sospet-

to, si è, che avendo immerso con me medesimo alcuni corpi sonori lo strepito od il suono, che con essi feci nascere nell' acqua, mi facea una certa impressione in tutto il corpo, ed un certo universale commovimento sensibilissimo, lo che viene senza dubbio dalla grande solidità delle parti dell' acqua.

Per qualunque mezzo che si trasmetta il suono, egli impiega nel trasmettersi un tempo sensibile, anche ad una mediocre distanza; diverso in ciò dalla luce, la cui propagazione si fa in un istante brevissimo, benchè sien grandissime le distanze. Questa differenza è un mezzo comodo, e di cui s'è fatto uso, per misurare la velocità del suono. Imperocchè, se si fa tirare la cannonata, ad una cognita distanza, si può prendere senza error sensibile, il balenar della luce che si vede, per segnale del suon nascente; e si computerà col mezzo d' un pendulo che segni i secondi, il tempo che scorrer dee prima di sentire lo scoppio. Così il tempo sarà noto come lo spazio, e di quì si dedurrà la velocità.

Questa esperienza fatta e ripetuta ha già lungo tempo, dall' Accademia del Cimento, dai Signori Flamstedio, Halleio, Derrham, ec. avea fatto conchiudere la velocità del suono, di 180 pertiche, misura di Francia, per ogni secondo; ma restava ancora qualche incertezza circa gli effetti risultanti, o perchè non s' accordavano perfettamente tra essi, o perchè s' erano adoperate distanze troppo poco notabili. Nel 1738. l' Accademia delle Scienze (*Mem. de l' Accadem. des Sc.* 1738. *p.* 128.), per terminare precisamente questa quistione, che utilmente applicare si può, ed

alla

alla Geografia, ed alla ſicurezza della navigazione, commiſe alli Signori de Turi, Maraldi, ed all' Abate de la Caille, che faceſſero l'eſperienze neceſſarie, a ciò dirette, e v' uſaſſero tutte le dovute cautele. Queſti Accademici fecero le loro operazioni ſopra una linea di 14636. pertiche, che avea per termini la torre di Montlheri, e la piramide di Montmartre; ed ecco quai ne furono i principali effetti, o riſultati.

1. Il ſuono percorre 173. pertiche, miſura Parigina, in un ſecondo di tempo, di giorno o di notte, in tempo ſereno, o piovoſo. Il moto della luce non ha dunque parte nella progagazione del ſuono: ed i vapori meſcolati colle particelle dell' aria non interompono il moto di vibrazione.

2. Se fa un vento, il quale abbia una direzione perpendicolare a quella del ſuono, queſti ha la medeſima velocità, che averebbe in un tempo di calma.

3. Ma ſe il vento ſoffia nella linea medeſima che è percorſa dal ſuono, lo ritarda o l' accelera ſecondo la ſua propria velocità; vale a dire che con un vento favorevole il ſuono percorre 173. pertiche per ogni ſecondo, più la velocità del vento; ed al contrario ſuccede, ſe il vento è direttamente oppoſto. Ed ecco perchè, quando il vento muta direzione e velocità, ſi ſentono dal medeſimo luogo certe campane, che in altri tempi non ſi poſſono ſentire. Quindi conoſcendo la velocità del ſuono accelerata per mezzo del vento, ſi potrà conoſcere la velocità propria del vento; imperocchè togliendo dalla velocità accelerata del ſuono 173 pertiche per ſecondo; il reſto ſarà la velocità del vento.

4. La velocità del suono è uniforme, cioè, in tempi eguali, e presi seguitamente, egli percorre sempre spazj simili.

5. L'intensione o la forza del suono non muta niente nella sua velocità: quantunque un suono più forte si senta più lontano che un più debole, questi percorre, come l'altro, 173 pertiche per secondo.

Tutte queste cognizioni, e le prove onde si sono acquistate, sommistran de' mezzi idonei, e comodi, per misurare l'estesa de' luoghi, dove l'operazioni geometriche non sono necessarie o praticabili, come la larghezza de' laghi o de' fiumi alla loro sboccatura. Imperocchè, supposto che dopo d'aver veduta la luce di un'arma da fuoco, ogni secondo di tempo corrisponda ad una distanza di 173 pertiche, è facilissimo sapere quanto numero di secondi sia scorso, fin al momento in cui si fa sentire lo strepito. Il medesimo mezzo può essere d'un grande ajuto in un tempo nuvoloso, per li vascelli che temono di rompersi su le Coste; imperocchè se in vece d'un fanale, che in simil caso non si vede molto da lungi, si facesse tirare di quando in quando de' mortaletti, o qualche cannonata, questo lume, che è assai più attivo e più acuto, indicherebbe molto meglio il luogo, che si deve evitare, o al qual approdar si dee; e lo strepito che succederebbe, ne dinoteria la distanza a' providi e destri naviganti.

Abbiam detto di sopra, che i corpi sono tanto più sonori, quanto hanno più di densità, e nel medesimo tempo più di elastico: la stessa cosa è da dirsi di tutti i mezzi che trasmettono il suono; e però che fra tutti l'aria è quello che ci

ci è più familiare, lo preferiremo quì nella sposizione di alcune sperienze.

V. ESPERIENZA.

Preparazione.

A B Fig. 10. è una grossa tavola, su la quale sono eretti due pilieri C D, che ricevono nella sommità un traverso E F; questo ultimo pezzo è soggetato da due viti, che lo fan discendere, quanto è necessario, per premere fortemente un recipiente di vetro assai grosso. Questo vase riposa da una parte, sopra pelli ammollate, ed è serrato in alto con una piastretta di metallo, guernita pure d'una pelle ammollata di sotto, di maniera che l'interno del recipiente, quand' è serrato nel suo telajo, non comunichi se non con la tromba pressoria G, per mezzo d'un picciolo canale, in cui s'è apposta fatto un galletto, od una chiave di comunicazione. Questa tromba è affatto simile a quella che abbiam descritta di sopra, favellando della fontana di compressione; voglio dire, ch'ella ha nella sua estremità, immediatamente avanti la chiavetta di comunicazione, una piccola lenguella, che permette all' aria l'uscita dalla tromba, ma non il rientrarvi dal recipiente, quando si solleva lo stantuffo: così essendo la chiavetta aperta, si può condensar l'aria nel recipiente, attorno d'un campanello che è sospeso in modo, che si può farlo suonare agitando quinci e quindi un poco il telajo.

Essendo che l'aria fortemente condensata fa un grande sforzo, si avverta bene di rivestire il vase con una specie di rete di filo grosso, affinchè

chè, se venisse a crepare, le scheggie non cagionassero qualche danno.

Per condensar l'aria in proporzioni note, bisogna chiudere nel recipiente un piccolo sifone ripiegato, il cui ramo più lungo sia chiuso, che contenga, nel sito della sua piegatura, un poco di mercurio, o di liquor colorato, Fig. 11. imperocchè a misura che l'aria diventerà più densa, premendo per la parte o ramo più corto ch'è aperto, sforzerà il liquore ad ascendere nell'altro ramo, e condenserà l'aria *a b*, quanto sarà densa ella stessa: così quando questa piccola colonna d'aria sarà rinserrata in uno spazio più piccolo, che prima, d'un terzo o della metà, (lo che si conoscerà da' gradi segnati su la tavola,) si giudicherà che l'aria del recipiente è condensata d'un terzo o una volta di più.

EFFETTI.

Quando l'aria è stata condensata nel recipiente, il suono che manda il campanello, è sensibilmente più forte, che non suole essere quando l'aria è nel suo stato naturale; imperocchè allora egli si sente più da lontano.

SPIEGAZIONI.

Poichè il suono consiste essenzialmente nelle vibrazioni di tutte le parti che compongono il corpo sonoro, debb'esservi più suono, dove si trovan più parti sonanti, ed un elaterio più attivo: ora queste due cose s'incontrano, quando l'aria è più condensata: le sue parti sono più ristrette; ve n'ha un maggior numero in un dato spazio, e la molla di ciascheduna di queste parti è più tesa; l'aria, in questo stato, deve dunque essere più sonora, che quando è più rara.

Haux-

Hauxbèe (Tranfact. Phil. n. 321.), Autore di quefta Efperienza, non fi è contentato d'imparare in genere, che il fuono diventa più forte quando la denfità e l'elaterio dell'aria s'aumenta; ha egli di più cercate le proporzioni di quefto accrefcimento. Innanzi che condenfar l'aria, egli ha fegnata la diftanza nella quale ceffavafi di fentire il campanello chiufo nel recipiente; poi avendola condenfata una volta di più che nel fuo ftato ordinario, trovò che il fuono fi fentiva ad una diftanza una volta più grande; e che dopo aver triplicata la denfità dell'aria, fentivafi il fuono tre volte più lontano ec.

Che s'aveva egli da conchiudere da tali effetti? che il fuono s'aumenta in ragione diretta della denfità dell'aria? no, la proporzione è più grande; imperocchè quando fi fente il campanello ad una diftanza doppia, bifogna che ad una diftanza la metà men grande il medefimo fuono fia quattro volte più forte, ed eccone la ragione. Il corpo fonoro comunica da tutte le parti le fue vibrazioni all'aria che lo circonda; la fua azione fi propaga dunque per raggi di quefto fluido, che vanno fempre fcoftandofi gli uni dagli altri, come quelli d'una sfera, e l'orecchia che afcolta diventa la bafe d'un cono d'aria avvivata e moffa dal corpo fonoro che è nell'apice. *Vedi la Fig.* 12.

Ora è noto a tutti quelli che hanno alcune nozioni di Matematica, che quel circolo, ch'è due volte più grande d'un altro, racchiude con la fua circonferenza uno fpazio, che ha quattro volte più d'eftenfione; e per efprimere quefta proporzione in una maniera generale i circoli fono tra loro come i quadrati de'loro diametri: così il co-

no

no *a b c* ha una base quattro volte più estesa che *a d e*, ch'è una volta più corto; imperocchè *d e* diametro di questo, è sol la metà di *b c*, diametro dell'altre.: e per conseguenza, se l'apertura dell'orecchia, che si suppone circolare, è d'un diametro eguale a *d e*; quand'ella è posta alla prima distanza, riceve quattro volte più di raggi sonanti, che non ne riceve alla seconda distanza.

Per la stessa ragione ella ne riceverebbe 9. volte meno alla terza, 16. volte meno alla quarta, e però che 16. è il quadrato di 4.; 9 il quadratro di 3; 4 il quadrato di 2; si può dire generalmente che *il suono scema come il quadrato della distanza che cresce*.

Ma poichè avendo raddoppiata la densità e la molla dell'aria insieme, sentesi il suono due volte più lontano di prima; poichè con un'aria 3 volte più densa, e 3 volte più elastica, egli si sente ad una distanza 3 volte più grande; seguitando il principio dianzi spiegato, bisogna che l'intensione o attività del suono sia, o come il quadrato della densità, o come il quadrato dell'elasticità dell'aria, ovver come il prodotto dell'una moltiplicata per l'altra. Il Signor Zanotti, curioso di sapere qual di queste tre leggi fosse quella della natura, s'è finalmente attenuto alla terza, dopo più e più esperienze non meno ingegnose che dilicate, delle quali giova vedere le particolarità nelle sue opere, o ne gli estratti che se ne son fatti (De Bononiensi Scient. & Artic. instituto Commentarii p. 176.)

Segue da tai principj, fondati su l'esperienza e sul raziocinio, che i corpi sonori devono farsi

ſentire più fortemente in un tempo freddo, che quando fa aſſai caldo, poichè allora l'aria è più condenſata, ed ha più di molla; ma queſta aumentazione di denſità non è tanto notabile probabilmente che abbia un effetto ſenſibile in riguardo ai ſuoni, o pure facendoſi queſti cangiamenti per gradi e lentamente, quello che ne riſulta per l'accreſcimento o per la diminuzioni de' ſuoni, non è appena oſſervabile.

Ognun conoſce l'effetto delle trombe parlanti, o traſportatrici della voce: il Cavaliere Morland, ed altri che dopo lui ſi ſono applicati a perfezionare queſto iſtrumento, par ch'abbiano avuto ſolamente per oggetto la direzione de' raggi ſonori, e che abbiano a queſta ſola cagione riferito l'accreſcimento del ſuono: quindi è che il Signor Haſe vuole, che detto iſtrumento ſia compoſto di due parti, una delle quali ſia elliptica, l'altra parabolica, Fig. 13. e ch'elleno abbiano un fuoco comune in *b*, affine, dic'egli, che i raggi partendo dalla sboccatura *a*, primo foco della porzione elliptica, ed eſſendo rifletruti da tutti i punti *c*, *d*, *e*, *f*, ec. s'incrocicchino nel foco *b*, che è comune alla porzione parabolica, per eſſere poi riflettuti parallelamente dai punti *h*, *i*, *k*, *l*, ec.

Non ſi può ſicuramente negare, che queſta forma, o qualch'altra forſe ancora più vantaggioſa, non contribuiſca molto ad aumentare il ſuono nella direzione *a g*, o ſecondo l'aſſe dell'iſtrumento; poichè debbe trovarſi, con tal mezzo, tanto moto nella colonna d'aria *i l m n*, quanto ve ne ſarebbe in tutto l'emiſfero, il cui centro foſſe occupato dalla bocca di un uomo, che parlaſſe ſenza la tromba,

ba. Ma debb'ella poi questa ragion soddisfare, quando dimandasi, perchè a lato, e di dietro dell'istrumento, il suono paja tanto accresciuto? Seguitando la reflessione del suono le stesse leggi, che quella della luce, supponiamo, che la tromba parlante sia nell'interno liscia come uno specchio, e collochiamo in *a* un punro radioso come una sottil candela; che avverrà? la luce sarà condensata, e sarà più chiaro certamente in *mn*, che non vi sarebbe senza l'ajuto dell'istrumento; ma tutti i luoghi d'intorno vicini, invece d'essere più illuminati, saranno in una grande oscurità; in riguardo al suono dunque v'è qualch' altra cosa, oltre un moto riflesso, in conseguenza della figura della Tromba parlante. Nè ciò negar si può, e generalmente diremo, che il suono cresce, tutte le volte che il corpo sonoro imprime il suo moto ad un'aria che è appoggiata e non libera; la voce si fa meglio sentire nelle strade d'una Città che in rasa campagna; e meglio ancora in una camera chiusa, che nella strada: perchè le particelle d'aria che sono state più fortemente piegate, fan vibrazioni più grandi; e l'aria, come ogni altro elaterio, si comprime tanto più, quanto men si traporta, o si muta di luogo, mentre la potenza compressiva adopera sopra di essa.

Ma quest' aumento pel suono cagionato dall' immobilità dell'aria, è ancor più sensibile, quando è un corpo duro che ferma, e che sostiene le parti di questo fluido. Un Oratore si fa meglio sentire, quando vi è meno di gente che sta ad ascoltarlo, e quando il luogo dov'egli parla, non è fornito e coperto di tapezzerie o d'altra guisa!

sa: imperocchè allora il suono, in vece d'infievolirsi, o rintuzzarsi, dirò così, siccome succede quand'egli batte in corpi molli e senza reazione, ritorna sopra se stesso, o si porta da un altro lato secondo la maniera ond'egli è riflettuto. Per questo lo strepito del suono, quello del cannone o d'un fucile, si sente più lontano nelle valli, e lungo i fiumi, che nella pianura; e negli acquidotti e negli altri sotterranei a volta, la più debil voce si trasmette intelligibilmente da un capo all'altro. Per la ragione istessa d'un'aria immobile, (per altro gagliardamente compressa, ed appoggiata a pareti dure) un uomo serrato nell'acqua sotto la campana del palombaro, poco mancò non isvenisse per l'intronamento in lui causato dal suono d'un cornetto che provò di suonare (Sturm. Colleg. Cur. Tom. II. Tentam.). Deesi spiegare col medesimo principio ciò che rende attoniti alcuni curiosi, quando in certi edificj a certa foggia costrutti, lor sentire si fa la più bassa voce da un angolo all'altro, senza che gli astanti posti per tutt'altrove nel luogo medesimo, eccetto, che ne' detti angoli, possano udire pur una parola; imperocchè cotesti angoli sono ordinarianente continuati alla volta, e contengono una porzione d'aria che non si cambia di luogo, o non viene traportata, e nella quale il suono diventa e si conserva più forte, e la figura della volta cagione reflessioni tali, quali fan di mestieri per trasmetterlo.

Finalmente quando la massa d'aria che riceve il suono, trovasi contenuta da pareti, che essendo dure, sono ancora ed elastiche e sottili al primo effetto, poc'anzi riferito, se ne aggiugne un al-

altro ; non solamente il suono cresce al di dentro , perchè l'aria interna è saldamente appoggiata ; ma questo medesimo suono aumentato si trasmette altresì all'aria esterna, perchè batte un corpo elastico, e gli dà moto. Per prova di ciò, si tolga , o si spezzi , o soltanto si allenti una delle pelli d'un tamburo; battendo su quella che resta, non se ne caverà tanto suono come prima; e perchè ? Perchè l'aria contenuta nella cassa non ha più appoggio abbasso ; laddove quand'è appoggiata sopra una pelle ben tesa, ella riceve più moto, perchè maggiormente resiste ; e lo comunica al di fuori, perchè riposa sopra un corpo elastico.

Ora si vede bene, perchè il suono cresca, non solo nella direzione della Tromba parlante, ma ancora in tutto il dintorno ; imperocchè quest' istrumento, come si sa, è fatto di foglie di metallo sottili, e per conseguenza attissime a trasmettere al di fuori il suono, che cresce assai di dentro, perchè la massa d'aria ch'è dalla voce colpita, è contenuta da pareti assai dure.

Quello ch'io dico della tromba parlante, si può intendere d'ogni altro istrumento, eziandio di quelli da corde ; imperocchè, per esempio, perchè fa egli mestieri, che un cembalo, od un basso di viola, sia una cassa di legno sottile ed elastica ? Perchè altrimenti il suono delle corde comunicherebbesi ad un'aria vaga e non appoggiata, la quale sfuggirebbe, dirò così, ed eviterebbe il lor urto, laddove esse corde adopera sopra una massa, ch'è come sforzata a ricevere da esse un maggior movimento, e che lo trasmette al di fuori per la reazione del legno.

Il

Il suono, come ogni altro moto, muta direzione, quando incontra ostacoli, che non l'assorbiscono: ed allora egli seguita la legge comune; (Tomo I.) l'angolo della sua reflessione diventa eguale a quello della sua incidenza.

Il suono riflettuto, che si chiama comunemente *Eco*, non distinguesi dal suono diretto, cioè da quello che viene immediatamente dal corpo sonoro, quando la riflessione si fa molto da vicino, l'un e l'altro si confondono. Ma quando v'è una distanza sufficiente, essendo che il suono che viene per reflessione, fa più strada che quello che viene direttamente; egli arriva più tardi all'orecchia, e vi ripete la prima impressione. Supponiamo, per esempio, che una persona parli ad alta voce, dirimpetto ad una rupe lontana 173 pertiche, *Figura* 14. si sentirà parlare nel medesimo istante; ma il suono che anderà a battere in O, e che ritornerà alla persona per reflessione, spenderà due secondi di tempo a causa del doppio tragitto di 173 pertiche. E perchè il suono che va più lontano, mette più tempo per andare e tornare, se vi sono degli ostacoli in P ed in Q, i quali riflettano i raggi sonori verso il medesimo luogo, si sentiranno successivamente due, tre o quattro voci d'eco. Per questa ragione ancora, essendo uno posto in *r*, *Fig.* 12. sente da prima il suono della campana *a* per lo raggio *ar*, e quindi l'eco della medesima campana per li raggi *as*, *sr*.

Le voci d'Eco non si trovano in campagna rasa, ma spessissimo ne' boschi, tra le rupi, e ne' paesi montuosi, perchè il suono v'incontra frequentissimamente degli ostacoli che lo riflettono;

alcuni ripetono un gran numero di volte, come quello di Wostok, che ripete distintamente 17 sillabe, in tempo di giorno, e 20 in tempo di notte (*Rob. Plot. Hist. nat. de la Prov. d'Oxford en Angl.*): Ma ad un tratto, è osservato sempre, che le ultime ripetizioni sono più deboli delle prime, conseguenza necessaria; imperocchè i suoni, che vengono ultimi, hanno fatto più strada che gli altri, ed il suono è un moto che si diminuisce, come il quadrato della distanza che cresce; se però l'ostacolo che riflette i raggi sonori, non è d'una figura idonea a diminuire la loro divergenza.

L'Eco diventa talor un fenomeno singolarissimo, per la rarità delle circostanze, che lo fanno nascere: 3 leghe lungi da Verdun vi sono due grosse Torri lontane l'una dall'altra 36 pertiche; quando si parla un poco alto nella linea che congiugne questi due edifizj, la voce si ripete 12 o 13 volte, sempre indebolendosi; le due Torri si rimandano il suono alternativamente, come due specchi che si guardano, moltiplicano l'immagine d'una candela, posta fra essi: (*Mem. de l'Acad. des Sc.* 1710. *p.* 18.) Vedesi ancora la descrizione d'un Eco più singolare nelle Mem. de l'Accad. stampate avanti il 1700. (*Tom. X pag.* 147.) Trovasi facilissimamente la causa di tutti questi effetti, studiando con un poco d'attenzione la natura e la situazion de' luoghi, o la figura di tutto quello ch'è dirizzato sul terreno.

Dell'Udito, e del suo Organo.

Nel primo Volume di quest'Opera, ho fatta una

una Digressione sopra i Sentimenti, dove ha trattato soltanto del Toccare, del Gustare, e dell' Odorare; da quel che ivi ho detto, si sarà potuto comprendere, che questi tre primi sentimenti ci fanno aver solo commercio con quegli oggetti che immediatamente sopra di noi adoperano. Ma a che saremmo ridotti, se non vi fosse altro di sensibile per noi, se non se quello che ci affetta con azioni immediate? se altronde non conoscessimo una bestia feroce o velenosa, fuorchè dalla morsicatura? una pietra che minaccia alla nostra vita, non da altro, che dal cominciar già ella a fracassarci? Che quadro sarebbe quello del Mondo, se tutti gli uomini rassomigliassero a quelle creature imperfette, che una sordità od una cecità *a nativitate*, rende inabili a partecipare della maggior parte delle idee comuni (*a*), e che più misere eziandio sarebbono; se noi, più favorevolmente trattati dalla natura, non potessimo raddolcire alquanto il rigore della lor sorte? Coll' amminicolo dell' udito e della vista, usciamo, dirò così, da noi medesimi; andiamo incontro agli oggetti; li giudichiamo da lontano; e su la relazione di questi due sensi, il desiderio, o il timore ci fa porre in pratica que' mezzi, e quelle cautele, che son necessarie al nostro ben essere.

Non sarebbe sì facile decidere, quel de' due sia più necessario, la vista, o l'udito. Ordinariamente si studia a proferir sopra di ciò sentenza, supponendo la privazione dell'uno o dell'altro;

T 2 ma

(a) Vedasi la Storia d'un sordo e muto *a nativitate*, il quale cominciò a sentire a parlare in età di 24 anni. *Hist. de l'Ac. des Sc.* 1703. *pag.* 8.

ma bene spesso questa comparazione non è esatta, e ci guida a un giudizio falso, perchè non si mettono le circostanze eguali da una parte e dall' altra. Vi è gran divario tra un cieco, od un sordo dalla nascita, e quello che hi veduto, od ha udito fino ad una certa età, e che per qualche accidente è restato privo d' uno di questi due sensi; io non ho meditato abbastanza sul cruccio d'un uomo, il quale sa che si può vedere, ed il quale non ha mai veduto; e però non posso paragonare questo cruccio, con quello d' un altro uomo, il quale sa che si può udire, ed il quale non ha mai udito; non è a me noto, qual sia la lor pena, e qual de' due l'abbia maggiore; ma al presente ch' io so, quant' è difficile far nascere idee in chi non ode, e di quante cognizioni divine ed umane sia privo un uomo, che non ha potuto avere alcuna educazione, amerei meglio d' essere nato cieco che sordo. Diversamente affatto sceglierei, se conoscendo la scrittura, e gli altri segni comuni alla società, dovessi optare tra l'udito e la vista; di questi due beni, il secondo mi moverebbe, e mi starebbe a cuore assai più.

Nulladimeno, dirà taluno, un sordo, supposte tutte l'altre cose eguali, è sempre più malinconico e triste che un cieco.

Se voi chiamatetri stezza, un contegno astratto, una certa alienazione nelle conversazioni, avete ragione; il sordo non ha in esse parte alcuna: ma n'è egli poi più afflitto, di quel che sia un cieco, alla cui presenza si contende della bellezza d' un drappo? Io non lo credo, se pur egli non s'immaginasse che si parla di lui, o di cosa che a lui

a lui appartenga; ed allora non bisogna semplicemente paragonare il sordo con un cieco, alla cui presenza si disputa d'un drappo, ma con un cieco a cui importa di sapere, se questo drappo è bello o brutto: voglio dire, che il cruccio dell' uno e dell'altro è eguale, quando l'interesse, da una parte e dall'altra, è eguale; ma del resto io penso, che il cieco abbia più di occasioni di dolersi, perchè non si supplisca alla vista così facilmente, nè così perfettamente, come all'udito. Si son vedute delle persone, ch' essendo diventate sorde ad una certa età, avean fatto un abito di sentire al solo moto delle labbra, tutto quello che lor si diceva, e fino di conversare con altri sordi. (*Mem. de Trevoux Sept.* 1701. *Transf. Phil. n.* 312.)

Del resto, a che pro cercare qual sia il più vantaggioso dei due beni, che sono forse ambedue vantaggiosi egualmente? lo che pare già deciso dalla natura medesima, la quale non facendo mai nulla di superfluo, ha però voluto darci due orecchie, siccome ci ha dati due occhi.

L'udito ha per oggetto lo strepito ed il suono, di cui abbiamo parlato precedentemente; la differenza che vi ha tra l'uno e l'altro, si è che il primo è un tremito ed una scossa irregolare; o forse l'aggregato di più suoni, che fann' insieme un impressione confusa su l'organo, laddove il suono propriamente detto consiste in vibrazioni regolari, omogenee, e che si fan sentire più distintamente; forse anche i suoni non toccano se non una certa parte dell'organo, ed il romore le scuote tutte nel medesimo tempo.

L' orecchia è l' organo dell' udito; per cotesta parte, ch' esteriormente appare sotto la forma d' imbuto ne' due fianchi della testa, s' introduce il suono, per girne a toccare le fibre nervose, dove si compie la sensazione. Io non intraprenderò una descrizione anatomica e completa di quest' organo: a quei dell' arte s' appartien di farne un esatto divisamento che quì sarebbe fuori del suo luogo: il Lettore a cui paresse altrimenti, averà in grado che io lo rimetta alle opere, scritte *ex professo* su questa materia; e specialmente a quella del Sign. le Cat (Traitè des Sens, p. 275. Traitè de l'Oreille, de M. du Verney) che ha confrontato i disegni de' più valenti Maestri colle proprie osservazioni. A me dunque basterà nominare succintamente le parti principali, che la natura impiega per far udire i suoni, e additarle con delle figure incise, e copiate dai migliori Anatomici; imperocchè il mio disegno è ristretto a far solamente comprendere, con qual meccanica udiamo i suoni.

A B, *Fig.* 16. rappresenta la parte esteriore dell' orecchia, il cui fondo, ch' è verso C, si chiama la *Conca*. C D è il *meato auditorio*, veduto esternamente; questi è un canale che principia dalla Conca, e mette capo nel *Timpano* E; il Timpano è una membrana sottile, che si presenta obbliquamente, ned' è piana affatto, ma bensì un poco concava dalla parte del meato auditorio immediatamente dopo, avanzando verso l' orecchia interna, vi son quattro officini, che a cagion della lor figura si chiamano, 1. l' *osso orbicolare*, 2. la *staffa*, 3. l' *incudine*, ed il *martello*; una parte di questo, detta il *manico* 4, ter-

mi-

mina nel centro del timpano, e serve a tenderlo più o meno; la prima cavità ch' è sotto questa membrana, si nomina la *cassa del Tamburro*: ell' è piena d'aria, e comunica con la bocca per un canale E *f*, detto la *Tromba Eustachiana*; di maniera che l'aria del tamburro, comunicando sempre con l'aria esterna, fa equilibrio con quella che riempie il meato auditorio: alla cassa del tamburro corrisponde un'altra parte dell' orecchia, che chiamasi *Labirinto*, composto del *vestibolo* G, de' tre canali semicircolari H, I, K, e della *lumaca* L, che descriverò qui separatamente.

La lumaca è un cono un po' schiacciato, *Fig.* 17. involto d'un condotto, che come una madrevite, fa appresso a poco due spire e mezza *Fig.* 18.

Questo condotto, che si va sempre ristrigendo, è diviso in tutta la sua lunghezza da un riparo, o da una sbarra membranosa, le cui fibre tendono all'asse del cono che gli serve di nocciolo, *Fig.* 19. Quest' è quella parte che si chiama *Lamina spirale*, e che sempre via via s'angusta, come il condotto istesso, che ella divide, dalla base del cono fino all'apice. Così le fibre componenti la sua larghezza diventan sempre più e più corte, secondo che s'accostano alla cima o punta del cono.

Il condotto spirale, diviso in due dalla chiusura o sbarra, di cui testè favellammo, ha necessariamente due orifizj M, N, uno de' quali termina al vestibolo del labirinto, e l'altro alla cassa del tamburro.

Finalmente il nervo auditorio O si divide in più rami, che passano nel vestibolo, e si sud-

dividono in un'infinità di piccole fibre, distribuentisi a tutte le parti del labirinto: ecco appresso a poco qual è la struttura dell'orecchia; vediamone le funzioni.

La conca, perchè è *svasata*, o sia dilatata ed aperta, quasi in forma d'imbuto, riceve i raggi sonori in maggior quantità, e la loro azione si trasmette per lo meato uditorio fino alla membrana del tamburro, dove si fa la prima impressione. Se questa membrana è lasca, i suoni deboli ivi si smorzano, e non passan oltre, ovvero se passano, la loro impressione è sì poco sensibile, che l'anima non vi bada. Ed ecco perchè, quando noi siamo altrove occupati, possono attorno di noi farsi de' piccoli strepiti o de' mediocri suoni, e non sentirsi o non essere avvertiti. Ma se il timpano è ben teso, (lo che succede quando si ascolta,) il più picciolo suono comunicasi per questa membrana elastica alla massa d'aria, ch'è nella cassa del tamburro; e da quest'aria egli passa a quella ch' è nel labirinto, tutte le di cui parti sono soppannate di fibrille del nervo auditorio.

Un troppo grande romore grava e offende l' orecchia, talor giugne fino ad assordare per un certo spazio di tempo, e alcuna volta per sempre, quelli, che vi sono esposti: perchè un' impressione troppo forte su quest' organo, come sopra gli altri organi, istupidisce le parti dilicate, o ne sconcerta l'economia. Dopo un grande strepito, i suoni deboli sono all'orecchia quello che una tenue luce è all'occhio dopo una grande illuminazione.

Ognun sa, e fino ai fanciulli è noto, che si sente

te il suono molto più vivamente, quando si tiene il corpo sonoro fra i denti, o quando si ha sopra esso corpo la bocca aperta; lo che avviene, perchè allora le vibrazioni si comunicano all'aria del tamburro per la tromba Eustachiana; e quest' azione, ch'è quasi immediata, deve farsi sentire più gagliardamente che quella che trasmettesi per lo timpano. Questi è un mezzo di udire con maggior intensione, il quale vediamo posto in uso spessissimo da coloro che hanno l'udito un po' duro; eglino apron la bocca, quando ascoltano con molta attenzione.

Segue da questa osservazione, che la membrana del tamburro, od il timpano, non è una parte essenzialmente necessaria alla percezion de' suoni, poichè e' potrebbono trasmettersi immediatamente all'aria ch'è nella cassa; e l'esperienza ha provato che questa conseguenza è giusta; imperocchè alcuni cani, dall'orecchie de' quali era stata tolta via questa membrana, non diventaron già sordi, subito dopo l'operazione (*Willis*, *de Anima Brutorum*, cap. 14.); ma l'esperienza pure ha fatto vedere, che senza questa spezie di riparo, le altre parti non possono lungo tempo conservarsi, poichè cotesti animali, alcune settimane dopo, non sentivan più, come prima, la voce di chi li chiamava.

Circa l'esistenza del timpano, circa il sito ch' egli occupa, e le sue funzioni, perfettamente si conviene tra' Fisici; ma son discordi nell'asserire, se questa separazione o diaframma, chiuda assolutamente il meato auditorio, o se egli può aprirsi, senza lasciare il suo stato naturale: alcuni s'attengono (*Dionis*, *Demonstr. Anat.* 8.) a quest' ul-

ultima opinione, e citano l'esperienza di certi, i quali fann'uscire per le lor orecchie il fumo del Tabacco, ritenuto da lor in bocca; altri sostengono il contrario, e si fondano su l'esperienza d'un valente Anatomico (*Valsalva*, *de Aure humana*, cap. 2. §. 8.), il quale avendo riempiuta di mercurio l'orecchia d'un morto, non potè mai far passare questo fluido minerale dalla cassa del tamburo nel meato auditorio. L'esperienza de' fumanti deesi ella per avventura tenere come un effetto non naturale, sì, che non provi niente? Oppure la morte dà forse al timpano medesimo un'adesione invincibile cui egli non avrebbe nella persona viva? lo che se fosse, l'esperienza fatta col mercurio, non sarebbe concludente. Cessa tutto l'astruso di questa decisione, quando si sa, che il fumo non passa per l'orecchia realmente; e che questo preteso fatto è in sostanza una superchieria, con la quale certuni gabbano il troppo credulo volgo che si arrende alle prime apparenze, ed altri ancora, che sono troppo poco informati, nè possono a fondo discuterle: Di quel che dico, me ne fa fede un de' nostri Anatomici (*a*), di cui è noto il candore, e la cui perspicacia è somma; egli se n'è accertato, con la confessione immediata di alcuni soldati dell'Ospitale degl'Invalidi, i quali s'eran falsamente vantati di mandare fuori il fumo per l'orecchie.

Facendosi la propagazione de' suoni secondo le stesse leggi, che quella della Luce, si può racco-

(a) Morland, dell'Accad. delle Sc. al quale è stato commesso dalla Compagnia di verificare il fatto.

cogliere i raggi sonori, e condensarli, come quelli che vengono da un oggetto luminoso. Si faccia dunque una tromba, o corno di Figura parabolica, *Fig.* 20. in fondo del quale metta capo un canaletto, di cui si ponga l'estremità nella conca dell'orecchia, allora tutti i raggi paralleli come *a b*, *c d* saranno raunati in *f*, foco della parabola, e accresceranno considerabilmente la forza del suono nel condotto auditorio.

Ma essendo che questi istrumenti acustici aver non debbono altro effetto, che di rimandare il suono all'orecchia di quello, che se ne serve, bisogna impedire, che nol trasmettano a' circonvicini, come la tromba parlante; perciò io vorrei che si facessero di metallo ben pulito; affinchè per la loro durezza, e per la regolarità della loro superficie, la reflessione de' raggi fosse più completa, ma si smorzasse, o attuasse la loro molla, coprendoli nel di fuori con una pelle di sagrino, o con altro equivalente.

Il Sig. le Cat (Traitè des Sens, pag. 292.), osservando con qualche maraviglia, aver la natura lavorate nell'organo coll'Udito più cavitadi ripiene d'aria, s'è immaginato, per ajutar le persone che stentano a sentire, un doppio corno, il quale è rappresentato nella *Fig.* 21. e la cui appertura C D può avere 2 pollici e mezzo, o 3 di diametro. Nell'opinione ch'io porto, che l'aumentazione del suono, mercè di tali strumenti, provenga egualmente dall'immobilità dell'aria, che da una reflessione bene studiata de' raggi sonori, non dubito punto, che non si possa trar vantaggio da questa nuova invenzione.

De

De' Suoni paragonati.

Quello che ho detto precedentemente intorno alla natura del ſuono in generale, dee far capire che i corpi ſonori ſono capaci di eccitare in noi differenti ſenſazioni, non ſolo perchè eſsendo più denſi o più elaſtici gli uni, che gli altri, poſsono più forzoſamente, o più lunga pezza operare, ma ancora, perchè la loro molla eſſendo più o meno teſa, debb'eſsere ſuſcettibile di vibrazioni più o meno frequenti: e in fatti, ognuno s'accorge che il ſuono d'una campana, e quello d'un piccolo campanello da ſtanza, molto differiſcon tra eſſi; e per poco che vi ſi badi, ſi conoſce agevolmente, che in queſta differenza vi è qualche coſa di più che il grado di forza, imperocchè quand'anche molto vicino ſi foſse al campanello, e lontaniſſimo dalla campana, l'impreſſione fatta ſu l'organo da queſti due ſuoni, ſarebbe di genere diverſo. Così è d'una corda, quando ſi avvertiſse di pizzicarla egualmente forte; s'ella è più o meno teſa, il ſuono ſi cambia, nè di queſt'effetto altra cagione ſi ſcorge, ſe non ſe una durezza o rigidezza più o men grande nelle parti, donde riſultar dee un fremito più o meno pronto.

Queſte differenti gradazioni, queſte, dirò quaſi arie, o ombreggiature di ſuono, procedenti dalla frequenza più o men grande delle vibrazioni nelle parti del corpo ſonoro, ſono appunto quello che chiamiamo *Tuoni*, e la cui armonioſa combinazione è l'oggetto della Muſica, cioè di quell' arte maraviglioſa, che ha tanto potere ſu l'anima, e che tiene oggidì tanti o per guſto, o per meſtiere occupati.

Tut-

Tutti i tuoni si distinguono in *gravi*, e in *acuti*: chiamasi grave quello d'un corpo sonoro, le cui parti fremono più lentamente, che quelle d'un altro, con cui si paragonano, o (ch'è tutt'uno) il quale, in un certo tempo, fa meno vibrazioni, ch'esso. Da questa definizione si vede, che il tuono non è grave, o acuto, se non per comparazione d'un altro tuono; e che l'una o l'altra di queste due qualità può variare, quanto esser vi può di varietà e differenza tra i numeri di vibrazione, che da' corpi sonori si ponno fare in un dato tempo.

Ma quantunque i tuoni possano variare quasi all'infinito, se s'ha riguardo alla comparazione de' numeri, le loro differenze si confinano tra limiti molto angusti, quando s'atteniamo al sensibile; imperocchè l'orecchia più dilicata non distingue queste degradazioni, o veritadi contermine di suono, se non quando vi è tra i numeri che le producono, un intervallo considerabile. Per esempio se si tenda una corda di cembalo, di tal maniera ch'ella faccia 200. vibrazioni in un secondo, ella avrà un certo tuono; s'ella trovisi poi un poco più tesa, e in un egual tempo faccia 201. 202. oppur 203. vibrazioni, ell'averà di certo un tuono più acuto, fisicamente, ma non però sensibilmente, perchè il numero delle vibrazioni ch'ella fa in ultimo luogo, non è tanto differente dal numero di quelle, ch'ella fa da principio.

Allora dunque, che si toccano due corpi sonori insieme, come due corde di cembalo o di viola, le loro vibrazioni hanno necessariamente una certa relazione di numeri fra esse, di maniera

che

che dopo un certo periodo, le due corde ricominciano nel medesimo tempo; e questa è quella spezie di unione periodica, che si chiama *accordo* o *consonanza*.

Le consonanze sono tanto più perfette, quanti più spesso rientrano o si uniscono le vibrazioni, o quando meno i lor numeri, per ciaschedun tempo, differiscono tra loro. Chiamasi *unisono*, l'accordar di due corde le cui vibrazioni si fann' una per una: quella che fa due vibrazioni contro due, dà l'*ottava* al di sopra; se ne fa tre, contro due, dà la *quinta*; quattro contro tre, la *quarta*; cinque contro quattro, la *terza maggiore*; sei contro cinque, la *terza minore*.

Ma come già si vede, tutte queste concordanze d'una corda con l'altra, non hanno niente d'assoluto; il tuono ch'io chiamo ottava, quinta, &c. diventerebbe tutt'in un subito diversissima cosa, se mutassi il tuono dell'altra corda, che mi serve d'oggetto di comparazione. Lo stesso è da dire del suono, ch'io chiamo grave ed acuto; egli cambia denominazione, senza cambiar natura, ogni volta che viene a mutarsi il tuono, a cui lo paragono.

E' un grande inconveniente in Musica, non avere un tuono fisso ed invariabile, che si possa sempre ritrovare, ed a cui riferir tutti gli altri. Quella spezie di zufolo, ch'è in uso, per determinare il tuono delle voci e degl'istrumenti in un concerto; o que' flautini che si dicono stare al tuono dell'Opera, non sono mezzi sicuri ond'evitare ogni variazione: l'esperienza fa vedere, che tutti gl'istrumenti di tale spezie, siccome gli altri, non conservano lo stato loro costantemente; ma

quand'

quand'anche potessero conservarlo, se vengono a perdersi, o rompersi, come poi fare a rintracciare il loro vero tuono?

Di tutti i Fisici, che hanno avuto per iscopo di provedere la musica di cotesto tuono fisso tanto bramato, niuno, ch'io sappia, ha con maggior zelo adoperato, nè con maggior riuscita, di M. Sauveur; quantunque, a dir vero, i mezzi da lui escogitati, non sembrino a me di quella semplicità, che promette un'invenzione pratica. Ne' suoi proprj Scritti, o negli Estratti di essi (Mem. de l'Acad. des Sc. 1700.), convien vedere, quanto egli abbia studiata questa materia, e fino a qual segno vi sia riuscito. Mi basterà dir quì per ora, che quest'ingegnoso e dotto Accademico, per determinare e fissare un suono, al di sotto del quale si prendesse la serie de' tuoni gravi, e al di sopra quella de' tuoni acuti, s'approfittò d'una osservazione ch'ei fece, e che un'orecchia attenta può fare, nel sentir accordare due tubi o canne d'organo. Il rientramento o la riunione delle lor vibrazioni si fa sentire per mezzo d'un suono più forte; e il tempo che passa da una riunione all'altra, è alle volte tanto sensibile che può essere misurato. Si sa, attesa la natura delle consonanze, quante vibrazioni convien che una delle due canne faccia nello stesso tempo, che l'altra ne fa un certo numero; che i due tubi accordati all'ottava, per esempio, l'uno fa due vibrazioni, mentre l'altro ne fa una solamente. Se l'intervallo da un rientramento all' altro fosse abbastanza sensibile, si potrebbe dunque sapere, quanto tempo spendono questi per fare due, quegli per fare una vibrazione. Così il

il tempo, durante il quale si fanno le vibrazioni di certo tuono, essendo determinato dall' esperienza, ed essendo altronde noto il numero delle vibrazioni che fanno gli altri tuoni nel medesimo tempo; il Signor Sauveur prende per il tuono fisso, quello che fa 100. vibrazioni in un secondo, e si chiama *ottava fissa acuta*, quella ch'è al di sopra, cioè, il suono che fa 200. vibrazioni in un secondo; ed ottava fissa grave, quella ch'è al di sotto, ovvero il suono che fa 50 vibrazioni in un secondo.

Il Signor Salvadore, avendo per esperienza trovato, che un tubo d'organo d'in circa 5. piedi aperto, manda un tal suono fisso, di cui ho parlato poc'anzi, paragonò questa lunghezza con quelle di due altri tubi, l'un de' quali mandava il più grave suono, e l'altro il più acuto, che potesse l'umana orecchia distinguere; e avendo esaminato, col paragone delle lor dimensioni, quante vibrazioni ciascun far potesse nel tempo d'un secondo, trovò, che il suono il più grave che noi possiam distinguere, proviene da un corpo sonoro, che fa 12 vibrazioni $\frac{1}{2}$ per secondo, che il suono il più acuto fa in pari tempo 6400 vibrazioni; e però che 12 $\frac{1}{2}$ sta a 6400, a un di presso, nella ragione di 1 a 512., conchiuder si può, che l'orecchia è suscettibile di 512 gradi di sensazioni.

Una volta che si abbia un tuono fisso, mediante le canne degli organi, si può averlo per ogni sorte d'istrumenti; imperocchè una corda di viola, un flauto, un oboè ec. può mettersi all'unisono con la canna che darà il tuono fisso.

La grandezza delle vibrazioni non ha che fa-
re

re al tuono: quando il corpo sonoro è stato poc' anzi tocco, elleno sono da principio più estese, ed il suono n'è più forte; ma abbenchè in appresso diventino più picciole, ed il suono s'affievolisca in conseguenza, il tuono sussiste l'istesso fin al fine, perchè le vibrazioni, tutto che men grandi sul fine, che sul principio, sono sempre della stessa durata: quest'è la proprietà de' corpi elastici. Non debbe però ciò intendersi fuorchè pel suono principale, di quello che ogni orecchia intende e sente, dacchè il corpo sonoro è stato colpito; imperocchè, quando vi si bada un po' più, ed a misura che il suono principale si indebolisce, spessissimo si distinguono degli altri tuoni, di che provaremo di render ragione quì appresso.

Una corda fa delle vibrazioni tanto più frequenti, e per conseguenza rende un suono tanto più acuto, quant'ella è più corta, o men grossa, o più tesa. Se si vorrà dunque accordarne due che sieno della medesima materia, converrà aver riguardo a queste tre cose, alle loro lunghezze, alle loro grossezze, ed a' lor gradi di tensione.

1. Se due corde egualmente lunghe e grosse non differiscono fuorchè nel grado di tensione; le lor vibrazioni, in quanto al numero, sono come le radici quadrate delle potenze o delle forze che le tengono tese.

Vale a dire, che s' elleno fossero tirate da pesi, e una d'elle due lo fosse da un peso d'1. lira, e l'altra da un peso di 4 lire: 2 essendo la radice quadrata di 4, e 1 quella d'1; le vibrazioni di queste due corde, in quanto al numero, sarebbono in proporzione di 2 a 1: e se-

 con-

condo lo ſteſſo principio, le vibrazioni ſarebbono in proporzione di 3 a 2, ſe i peſi, che tendono le corde, foſſero l' un di 9, e l'altro di 4 lire, perchè la radice quadrata di 9 è 3, e quella di 4 è 2.

2. Se le corde egualmente groſſe, ed egualmente teſe, non differiſcono fuorchè in lunghezza, il numero delle lor vibrazioni, in tempi eguali, è in ragione inverſa dalla loro lunghezza.

Vale a dire, che la più corta una volta, fa una volta più vibrazioni, che l' altra, e che quella la quale è come 2 a 3, riſpetto all'altra, fa 3 vibrazioni contro 2 ec.

3. Se le corde non differiſcono che nella groſſezza, elleno ſan delle vibrazioni, i numeri delle quali ſono in ragione reciproca de' diametri.

Vale a dire che ſe una delle due è una volta più groſſa, fa una volta meno di vibrazioni che l'altra, in un tempo dato. Se i diametri ſono fra eſſi come 3 e 2, la più groſſa fà 2 vibrazioni contro 3 ec.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La Fig. 22. rappreſenta un iſtrumento, che ſi può chiamare *ſonometro*, perchè ſerve a miſurare e paragonare i ſuoni. Egli è una caſſa lunga alzata ſu e fermata ſopra un piede compoſto di due ſtanti, e d' una traverſa; la tavola che è d' abete può aver tre piedi di lunghezza ſopra 4 pollici di larghezza; ed è traſorata o aperta con tre roſette, ſimili a un dipreſſo a quella d' una cetera, o d' un tamburino. Ad una delle due eſtremità ſon due leve angolari, che raſſomigliano a quel-

quelle, che si adoprano per li campanelli negli appartamenti delle case, e le cui braccia formano un angolo retto. Alle braccia di queste leve sono attaccati da una parte due pesi A, B, i quali si possono cambiare; e dall' altra, due corde di violino, che si tendono colle caviglie C, D, che sono all' altra estremità della cassa. Queste due corde passano sopra due cavalletti fissi E, F, ch' elleno toccan' appena, e sopra i quali, quando sono tese, si fermano, col mezzo d' una vite, che spinge sopra un piccolo pezzo di legno. Vi è pur un altro cavaletto G, che scorre in un canale da un capo all' altro della cassa, il cui orlo o labbro è diviso in pollici, e linee; di maniera che appoggiando un poco la cima del dito sopra una delle corde, si può metterla in quella proporzione di lunghezza, che si vuole; con l' altra, senza mutar sensibilmente il suo grado di tensione quando si vuol tenere le corde in proporzioni note s' attaccan de' pesi, de' quali si sa il valore, in A e in B, e si girano le caviglie C D, fino a tanto che le braccia delle Leve facciano angoli retti, tanto con le corde sonore, quanto con quelle, che sospendono i pesi.

EFFETTI.

1. Le due corde essendo della medesima grossezza, e tese con pesi simili, danno l' unissono quand' elleno sono egualmente lunghe; l' ottava, quando una delle due è la metà più corta, che l' altra, la quinta, quando sono l' una un terzo più corta che l' altra.

2. Le due corde essendo della medesima lunghezza e della medesima grossezza, s' accordano all' ottava, quando l' una è tesa da un peso di

una lira, e l'altra da un peso di 4. lire, elleno s'accordano alla quinta, quando i due pesi che le tengono tese, sono l'uno di 4, l'altro di 9. lire.

3. Le due corde essendo egualmente lunghe e tese da pesi eguali, sono d'accordo all'ottava, quando l'una è una volta più grossa che l'altra; alla quinta, quando il diametro dell'una è a quel dell'altra, come 3 a 2.

SPIEGAZIONI.

Si sa, per quanto si è detto precedentemente, che i tuoni dipendono da un certo numero di vibrazioni che fa il corpo sonoro, in un tempo determinato; e che gli accordi non son altro, se non differenti ragioni o proporzioni di questi numeri fra essi. Così; poichè so che deve sentirsi l'ottava, ogni volta che vi son due vibrazioni contro una; la quinta, quando ve n'ha 3, contro 2, ec. posso dunque, con tutta sicurezza conchiudere queste proporzioni di numeri, dalli accordi che sento: così quando le due corde del mio sonometro sono all'unissono, qualunque possa essere allora la lunghezza, grossezza, o tensione di ciascheduna, è certo che le loro vibrazioni sono isocrone, cioè; ch'elleno ne fanno una per una, o un medesimo numero nel medesimo tempo: e parimenti quand'elleno son d'accordo all'ottava, o alla quinta, ec. posso dire questo è, perchè le vibrazioni ch'elleno fanno, sono nella ragione reciproca di 1 a 2, di 3 a 2, ec.

Ora si è veduto, da' risultati precedenti, che regolando la lunghezza, la grossezza e il grado di tensioni delle corde, come detto avevamo che conve-

veniva fare, per avere certe proporzioni ne' numeri delle vibrazioni, ne risultan degli accordi, che essenzialmente dipendono da queste proporzioni, e che non vanno senza di esse. Egli è dunque evidentemente provato, con la nostra esperienza, che le vibrazioni sono, come abbiam detto, tanto più pronte, quanto la corda sonora è più corta, più sottile o più tesa, o che la loro frequenza segue le proporzioni, che abbiamo stabilite.

Quello che addita quì l'esperienza, si trova perfettamente convenire col raziocinio. Imperocchè avendo tutti i corpi elastici vibrazioni tanto più pronte, quanto le loro parti sono più inflessibili o rigide, una corda che è più tesa, e le cui parti sono più tirate, dee fare vibrazioni più pronte, e mandare per conseguenza un suono più acuto: ed al contrario, quella che è meno tesa, e le cui parti sono più lasse, deve avere vibrazioni meno frequenti, lo che le dà un suono più grave. Ora una corda è meno tesa di un' altra, quantunque sia tirata con un medesimo grado di forza, se ella è più grossa, perchè allora questa forza che la tende, agisce sopra un maggior numero di parti, che dividono il suo sforzo; e per conseguenza ciascuna d'esse, considerata come una piccola molla, si trova men tesa di quel che sarebbe, se facesse parte d' una corda, o più sottile o più corta.

APPLICAZIONI.

L'esperienza precedente ci dimostra, perchè in tutti gl'istrumenti di musica, la parte sonora, cioè quella che si tocca per eccitare i suoni, è sempre disposta in tal maniera, che facilmente

se ne può mutar le dimensioni, o il grado di tensione. Imperocchè per questi due mezzi eglino divengono acconci ad esprimere la composizione del Musico. I cantini d' una sambuca, per esempio accordati all' unissono, figurano le arie, perchè i tasti che si colpiscono, accorciano esse corde più o meno, per formare i tuoni. Nel violino, le dita fanno l' ufizio de' tasti, premendo o strignendo le corde, su le divisioni del manico. Nel Cembalo dove ogni corda è fissata a un solo tuono, l' ampiezza e varietà de' tuoni nasce da un maggior numero di corde, e dalle loro differenti lunghezze, e grossezze.

Anche in un Istrumento da fiato, col mutar le dimensioni del corpo sonoro, si ottiene una serie di tuoni più gravi, o più acuti, gli uni che gli altri. Un flauto, od un flautino contiene una colonna d' aria, ch' è a parlar propriamente, la parte sonora di quest' Istrumento, come l' ho già detto di sopra. Ma questa colonna d' aria muta in qualche modo lunghezza, secondo il numero de' buchi, che si disturano, o che si tengon chiusi, poichè ciascuno di questi buchi facendo comunicar l' aria esterna con quella del Tubo, impedisce che questo riceva in tutta la sua estensione, od in completa maniera, le vibrazioni, che vengono dalla bocca della canna (*Vedi la spieg. del Signor Euler. Tentam. nov. Theor. Mus.*).

L' organo della voce potrebbe esser paragonato agl' istrumenti da fiato; purchè però non si cerchi quì una esattissima simiglianza; imperocchè non vediamo che l' arte n' abbia ancor prodotto, alcuno che imiti assai da presso la natura. La

tra-

trachea arteria G g, H *b*, *Fig.* 23. quel canale, per cui l'aria che respirasi, entra ne' polmoni, è terminato verso la bocca da una piccola fessura ovale *k*, nominata la *glottide*. La somiglianza ch' ell'ha con un flauto, o con una piva, avea anticamente fatto credere, che la voce si formasse in questa parte, come il suono in cotesle sorte d' istrumenti. Ma il Signor Dodard considerando che il suono del flauto è eccitato dall' aria ch' entra nella canna, laddove la voce è comunemente formata dall'aria ch'esce dalla trachea, determinossi a pensare, con grandissima verisimiglianza, che la *glottide* sia l' organo principale, e che il canal ch' ella termina, faccia sol l' ufizio di portafiato.

Secondo il sistema di questo valente Fisico (Mem. de l' Acad. des Sc. 1700. p. 242.) l' aria uscendo con più o meno di velocità per la glottide, che ha a tal fine la facoltà di dilatarsi e ristrignersi, forma de' suoni più o meno gravi. Il suono formato in questa maniera va a risuonare nella cavità della bocca e in quella delle narici; e nell' uscire, s' articola col moto della lingua e delle labbra. Così la trachea somministra l' aria, la glottide forma la voce, e ne regola il tuono, la lingua e le labbra ne fan delle parole.

Ecco (dic' egli) come la cosa passa per l' ordinario, ma si può nulladimeno e parlare, e cantare aspirando; e vi son delle persone, che per abito, o per una certa disposizione d' organi, fanno sentire una voce oscura, e soffocata, che formasi per mezzo dell' aria ch' entra nella trachea; costoro si chiamano *Ventriloqui;* cioè che parlano col ventre. Tenevansi un tempo per Maghi, e

quasi dal Demonio posseduti; e troviam (*Liranus in* 18. *Deter. Casserius de vocis organo*) degli Autori, non ispregevoli, che si son lasciati ingannare, a par col volgo, da una sì fatta giunteria.

Se attribuir dovremo i tuoni differenti della voce o del canto alle varie aperture della glottide, converrà dire, che il suo piccolo diametro, che non ha più d'una linea, cambiar possa di lunghezza 9632 volte secondo il calcolo del Signor Dodard, per eseguire tutte le variazioni contermine de' suoni, onde la voce umana è suscettibile. Una tal divisione può aver mai luogo in una sì piccola estesa? Appena lo possiam concepire. Farebbe forse la glottide l' ufizio d' una piva di oboè, o di cornamusa, che, come ognun sa, non ha a far altro se non produrre il suono, ed i tuoni non già; e il canal della bocca che s'allunga, si ristrigne, e si dilata secondo la qualità de' tuoni, farebbe forse anch' egli l' ufizio d' un zufolo o d'una fistula, che contiene più o meno d' aria, e che perciò diventa capace d' un suono più o meno grave? ovver queste due parti concorrono forse insieme alla formazione de' tuoni, l' una come una piva che diventasse più o meno grande, più o meno elastica; l' altra come un tubo od una canna che mutasse dimensioni?

Il Signor Ferrein ha messo di fresco questa quistione in un nuovo lume, servendosi di sperienze non men decisive che ingegnose e dilicare; colle quali ha provato che le due labbra della glottide non battono già l' uno contro l'altro alla maniera d' una piva; ma che ciascuno di per sè, fregato dall' aria, che sen viene da' polmoni, risuona come una corda, sopra la quale si stri-

ſtriſcia un archetto. Le ſue oſſervazioni gli hanno fatto conoſcere, che gli orli di queſte due labbra, ſono cordicelle tendinoſe, attaccate quinci e quindi a cartilagini, inſerventi a tenderle più o meno; egli trova in queſti diverſi gradi di tenſione, di cui ſono ſuſcettibili queſte parti, una ſpiegazione naturale di tutti i tuoni, onde è capace la voce umana; imperocchè ſi ſa in generale, che una corda più o meno teſa manda un ſuono più o meno acuto.

Ma come poi ha potuto il Signor Ferrein ſapere, che le due labbra della glottide non battono l'uno contro l'altro; che il ſolo riſtrignimento di queſta parte non baſta per far aſcendere la voce dai tuoni gravi ai tuoni acuti; e che l'aria ſcagliata da' polmoni per la trachea arteria dà un moto di vibrazione a coteſte cordicelle tendinoſe, da lui perciò nominate, *Corde vocali?* Non converebb'egli, per ſaper ciò, aver veduta la ſteſſa azione di queſte parti, e allor poi giudicare della maniera, ond'ella ſi fa; e come giugner ſi può mai a vedere un meccaniſmo, che la natura ha meſſo fuori della sfera degli occhi noſtri?

L'Ingegnoſo Autore di queſte ſcoperte, non potendo tentare le due ſperienze ſopra uomini vivi, s'immaginò di render la voce ai morti. Adattò un piccolo mantice ad alcune trachee freſche; l'aria ch'ei fece con precipizio paſſare per la glottide, mandò de' tuoni, e le ſue congetturte diventarono cognizioni aſſai chiare. Vegganſi le Mem. dell' Accad. delle Sc. ann. 1741.

Una volta che la voce umana è formata, e che il ſuo tuono è regolato, biſogna, per eſſere grata

ta e soave, ch'ella esca e per la bocca e per il naso: Ell'è diversissima da quel ch'esser dovrebbe, qualor risuona solamente in una di queste due cavità: non ci piace già di sentire uno che canti o che parli colle narici otturate; e diciamo communemente ch' egli parla nel naso, espressione affatto impropria, poichè appunto questo rimprovero si dà a chi col naso veramente non parla.

Capiamo, senza alcuna difficoltà, come due corpi sonori eseguiscono separatamente le loro vibrazioni; come, esempigrazia, uno ne finisca 4, mentre l' altro ne fa sol 2, o 3, perchè la frequenza di queste vibrazioni dipende da un certo grado di elasticità, che ciascun d'essi corpi separatamente possiede. Ma come poi due tuoni differenti sussistono ad un tratto nella medesim' aria, se i tuoni non sono nell' aria se non quello ch' eglino sono nel corpo sonoro, cioè una frequenza determinata di vibrazioni? Come la medesima massa d' aria può dare distintamente, e nel medesimo tempo i suoni di due corde, che son' all' ottava l' una dell' altra, se questa esige 100. vibrazioni, quella 200 per secondo?

Ora questa è ancor la metà sola della difficoltà; imperocchè quand' anche questi due moti potessero communicarsi, e conservarsi senza confusione nella medesim' aria resta tuttavia da sapere per qual mezzo l' organo che riceve nel medesimo tempo le due impressioni, non provi una sensazione mista, o composta dell' una e dell' altra, come l' occhio vede del verde, allorchè è percosso a un tempo da due raggi, un giallo, e l' altro turchino.

All'

All' ultima di queste due quistioni non s'è alcuno preso da dovero la briga di rispondere; in quanto poi alla prima, si è preteso di farlo, con paragonare il movimento dell' aria, che trasmette i suoni, alle ondulazioni circolari, che si fan nascere in un' acqua quieta, qualor vi si gittano delle pietre. Imperocchè siccome queste ondulazioni (dicesi) s' intersecano senza confondersi, e si estendono separatamente fino al margine della conca, nella medesima guisa parimente l' aria si carica di differenti tuoni insieme, e li trasmette senza confusione fino all' orecchia.

Ma, oltre che non è già spiegare un Fenomeno, il paragonarlo ad un altro; questa comparazione e poi difettosa, e veggiamo svanire quasi ogni similitudine, dacchè facciamo attenzione alla natura de' movimenti da una parte e dall' altra.

Quando una pietra cade nell' acqua, ella abbassa la parte del fluido, che trova sotto di sè, e nel medesimo tempo solleva le parti vicine: ciascuna di queste parti sollevate ricade con accelerazione più in giù del suo livello, e fa ascendere quella che immediatamente sussegue, il che continua fino a tanto, che ogni cosa abbia ripigliato il suo equilibrio. Queste librazioni, facendosi in una infinità di raggi, che partono da un centro comune, rappresentato all' occhio quelle ondulazioni circolari, delle quali si favella, che si rallentano a misura che si estendono, e che tanto più lente si fanno, quanto son più deboli, sì per la cagione che le ha prodotte, sì per lo tragitto che hanno già fatto. Ma il movimento del suono nell' aria, è cosa affatto diversa; son' elle-

no

no vibrazioni d'un fluido elaſtico, che traſmettonſi con una velocità uniforme, e che non diventano nè più pronte, nè più lente, quando vien a variare la loro grandezza.

In oltre, quando le ondulazioni dell'acqua s'interſecano, non ſi può negare, che nel luogo dell'urto, il moto non ſi componga delle maſſe e delle velocità delle parti, che s'incontrano, e che un corpo collocato in queſta interſezione non doveſſe ricevere il moto compoſto. Non è già così di due ſuoni che adoperano ſull'organo medeſimo: ciaſcuno fa la ſua impreſſione come ſe foſſe ſolo, e l'orecchia li diſtingue mercè di due ſenſazioni differenti, quantunque ſimultanee. Così la comparazione dell'onde non ſpiega niente, e laſcia intatte le due difficoltà da me eſpoſte.

Il Signor de Mairan, dopo d'aver date dell'evidenti prove dell'accennata diſparità, propone circa la propagazione de' ſuoni, un ſiſtema così ſemplice, e nello ſteſſo tempo di così felice invenzione, che preſto ci dimentichiamo, ch'egli è un'ipoteſi, dacchè l'applichiamo ai fenomeni; egli ha queſto di comune col ſiſtema de' Colori di Neuton, a cui il Signor de Mairan può per molti conti paragonarſi.

Se ſi trattaſſe di decidere, ſe le molecule componenti la maſſa dell'aria, ſon tutte eguali tra eſſe, o ſe altre ſono più, altre meno picciole, in ogni ſorte di gradi; e ſe biſognaſſe ammettere una o l'altra di queſte due ſuppoſizioni, qual partito ſi dovrebb' egli ſeguire? qual delle due parerebbe più veriſimile? Eſſendo queſte molecule aggregati fortuiti di parti più ſottili che ſi uniſcono, e ſi diſuniſcono per mille differenti cagioni,

ni, chi non s' indurrebbe a credere, ch' elleno differiscono in grandezza all' infinito, piuttosto che suppor *gratis*, ch' elleno si rassomigliano tutte perfettamente?

Questo pensiere, a cui è appoggiato tutto il sistema di M. de Mairan, è il solo che non passa la verisimiglianza; tutti gli altri sono conseguenze così necessarie di questo principio, (una volta che l'ammettiamo) che non si può negare di dargli retta.

Se le molecule dell'aria sono di differenti grandezze, differir debbono parimente ne' loro gradi di elaterio, come una medesima lamina d' acciajo farebbe delle molle, altre più dure o inflessibili, altre meno, se fosse divisa in porzioni ineguali. Per tutto, dove si colloca un corpo sonoro, dev' egli dunque trovare nella massa comune, particelle d' aria, l' elaterio delle quali è analogo al suo, e capaci per conseguenza di ricevere, di conservare e di trasmettere le sue vibrazioni. Così due corde di differenti tuoni si fanno sentire mercè la medesima massa d' aria, ma per differenti parti di questa massa. Secondo questa spiegazione, si concepisce facilmente, come i tuoni non si confondono nel fluido, che li trasmette; imperocchè in questa maniera, cotesto fluido, avuto riguardo alle sue diverse parti, può ricevere vibrazioni più frequenti l' une dell' altre.

Quanto all' impressione de' suoni su l' organo dell' orecchia, conviene di nuovo badar bene che la lamina spirale, che dee tenersi per la principal parte, è un adunamento di fibre le quali vanno sempre scemando di lunghezza, dalla base fino alla punta della chiocciola, appresso a poco co-
me

me le corde d'un salterio o d'un cembalo, ciascheduna ha un'Elasticità proporzionale alla sua lunghezza, il che la rende opportuna a venire scossa da vibrazioni d'una certa frequenza solamente. Così quando due tuoni pervengono all' organo nel medesimo tempo, ciascuno d'essi fa la sua impressione sù la fibra, il cui elaterio è analogo alla frequenza delle sue vibrazioni; e queste due sensazioni separate, fan nascere due idee distinte: in somma, accade alle fibre della lamina spirale, quello che osserviam nelle corde d'un cembalo, od in ogni altro corpo sonoro, di cui si prende il tuono; se toccasi una corda, si fa risuonare quella ch'è all'unissono, non solamente sul medesimo instrumento, ma anche sopra di un altro, che fosse collocato a lato; se si parla ad alta voce in un magazzino di vetraria, in una officina di Calderajo, in qualche altro dove sieno de' vasi cavi, si sente sempre risuonare qualche pezzo, mentre gli altri tacciono; e se si muta tuono, risponde un altro pezzo.

Ma dirà taluno, come può farsi, che una corda, la quale si fa suonare, trascelga precisamente le molecule d'aria che le convengno; e che l'aria interna dell' orecchia, che riceve il suo moto a traverso della membrana del tamburro, attacchi con una somigliante elezione le fibre, che sono unicamenete atte a sentire un certo suono?

Cotesta corda non trasceglie in realta: e l'aria dell'orecchia percuote indifferentemente tutta la lamina spirale; ma gli effetti sono li stessi, che se vi fosse una così fatta scelta; imperocchè quantunque molti corpi, che hanno differen-

renti gradi di molla, comincino le loro vibrazioni nel medesimo tempo, se la causa che le mantiene, è determinata a un certo grado di frequenza, queste vibrazioni non possono continuare, fuorchè in quelli, il cui elaterio è analogo a questa frequenza; imperocchè quelli, la cui natura portasse, esempigrazia, di fare una vibrazione e mezza, contro una, non si troverebbono a tempo come le altre per ricevere la seconda impulsione, ed il loro moto dovrebbe rallentarsi o cessare. Il corpo sonoro agisce dunque da prima su tutte le molecule d' aria che lo circondano; ma non continua efficacemente la sua azione se non su quelle che sono opportune a moversi precisamente come lui. La stessa cosa è per le fibre della lamina spirale: e però che le nostre sensazioni non si compiono se non mercè d' uno scuotimento di certa durazione, la prima scossa che attacca tutta la parte indistintamente, è già passata, quando l' anima s' accorge dell' impressione che continua sopra le fibre, che sono acconce a questa spezie di moto.

Non accade pensare tuttavia, che una corda pizzicata metta solamente e mantenga in moto le particelle d' aria, che hanno una precisa analogia con la sua elasticità; ma ella adopera parimenti sopra quelle che sono *armoniche*; cioè, le vibrazioni delle quali ricominciano con le sue, dopo un certo numero; ed agisce più fortemente sopra quelle che sono più armoniche, o più prossimamente rientranti. La medesima corda fa dunque risonare da prima e molto più gagliardamente nell'altre, le particelle d' aria che son'atte a far tante vibrazioni, quant'essa; e questo fa il tuo-

no

no principale ; appresso, e con meno di forza , quelle che fanno una vibrazione contra due ; dopo queste, ed ancor più debolmente, quelle che fan due vibrazioni contro tre, ec. di maniera che dir si può, che un solo e medesimo corpo sonoro fa sempre un piccolo concerto : per verità , questi suoni armonici sono coperti dal suono principale ; ma quando questi viene a indebolirsi, un' orecchia un' po' dilicata non dura fatica a distinguerli.

Si potrebbe quì dimandare, 1. perchè noi intendiamo sol una volta il medesimo suono, quantunque abbiamo due orecchie d' un senso eguale l' una all' altra : in 2. luogo , per qual ragione tra tanti differenti tuoni , alcuni si fan meglio intendere , che alcuni altri , a persone di duro udito : in 3. luogo , come gli strepiti od i suoni d' una certa specie , o d' una certa forza , ci agitino le viscere, ci dian del gusto, o della pena.

L' unità di sensazione, quantunque prodotta da due impressioni distinte, viene senza dubbio dall' attaccar che fa il suono parti perfettamente simili , e che hanno un punto d' unione comune nel cerebro ; ed è da credere, che non s' intenderebbe con l' una delle due orecchie , il suono il quale colpisse da un lato la quarta fibra della lamina spirale , e dall' altro la sesta della membrana del medesimo nome. Questo non è il solo esempio , che vi sia nella natura, di due organi simili, che rappresentano una sol volta il loro oggetto , tuttochè la loro azione sia congiunta e uguale d' ambedue. Ordinariamente noi non vediamo doppio , quantunque sia certo , che l' imma-

magine ſi dipinge egualmente nell' uno e nell' altr' occhio ; e ciò addiviene per una ragione molto ſimile a quella che poc' anzi ho eſpoſta ; e cui particolarizzerò favellando della Viſione.

L' efficacia di certi ſuoni maggiore che d' altri, i quali pure ſono talvolta più forti, ſi potrebbe attribuire a qualche vizio della lamina ſpirale, che non l' occupaſſe però tutt' intera. Se, per eſempio, le due eſtremità di queſta parte foſſero divenute meno ſenſitive, che il mezzo, per qualche accidente, la perſona che aveſſe queſta malattia non ſentirebbe facilmente ſe non i ſuoni medj tra i più gravi ed i più acuti ; e fra la molta gente, che veduta le veniſſe, infallibilmente ſi troverebbe qualcuno, il cui tuono di voce porterebbeſi a coteſta parte ſana, che ſarebbeſi udire ſenza parlar più alto del conſueto.

Finalmente i moti, che al di dentro di noi ſteſſi ſentiamo, quando udiamo ſuoni, o ſtrepiti di certa ſpezie, ſi ſpiegano ancora con facilità, (ſe cercaſi ſolamente la cauſa generale) dalle differenti impreſioni, che ſi fan ſul genere nervoſo che s' eſtende a tutte le parti del noſtro corpo. Imperocchè i nervi ſono come corde elaſtiche differentemente teſe, altre più lunghe e più groſſe, altre meno. Ora tra tutte queſte ſpezie di tremori, che i corpi ſonori imprimer poſſono all' aria che ſi tocca da tutte le parti, è quaſi impoſſibile che non ve ne ſia qualcheduna, di cui non ſien ſuſcettibili le fibre nervoſe di certe parti. Quando l' impreſſione è ſoave e moderata, noi la riſentiamo con piacere ; ma quando è troppo forte, e tende a diſtruggere o diſor-

dinare l'economia delle parti , l'anima che veglia alla conservazione del corpo , la disapprova, s'inquieta ; e ciò nomasi appunto *dolore*, o *dispiacere*.

Ecco in digrosso, come sono eccitate le nostre passioni dai suoni, secondo le loro spezie ; certe arie musicali inspirano la effemminatezza , e l' amore de' piaceri ; altre l'ardire e il coraggio ; quali la tristezza, e quali il giubilo, ec. ma se facesse mestieri indicare le cagioni prossime , e dire determinatamente, perchè la tal musica fa tal impressione, sarebbe , cred'io, temeraria l'intrapresa ; bisognarebbe conoscere più a fondo quello che siamo, e la connessione, che vi è tra le nostre differenti facoltà.

L'Istoria della Tarantola, che per molto lungo tempo s'è tenuta per sospetta , e che quasi più da niuno è messa in dubbio, è un esempio singolarissimo degli effetti della musica sul corpo umano: la morsicatura di quest' insetto, ch'è una spezie di ragno grosso, assai comune in Italia, attossica il sangue e cagiona accidenti molestissimi, e che talora giungono ad essere mortali. Quando si scopre, che qualcheduno ha questa malattia , si provan alla sua presenza diverse arie , e diversi istrumenti, sin a tanto che siesi trovata quella o quello, ch'è appropostito per la guarigione ; la qual cosa si argomenta da certi gesti e da certi moti fatti in cadenza, co'quali s'agita l'ammalato : si dice allora, ch'ei balla , ma tanto impropriamente, quanto impropriamente dicevan gli antichi che si muore ridendo, mangiata che uno abbia la cicuta, a causa di certe smorfie o ceffi

che vedean fare al moribondo, colla cicuta avvelenato. Chechè sia di ciò, queste agitazioni e questi salti ordinariamente promovono una salutare traspirazione; la quale si procura di reiterare di quando in quando col mezzo medesimo, sin a tanto che cessando i sintomi, si fa palese, essere tutto il veleno dissipato.

Non in questa mallattia solamente può aver la musica buoni effetti: veduti abbiamo degli uomini, assaliti da febbri caldissime, commoversi ad una suonata di violino, saltare, sudare dalla fatica, e guarire (Mem. de l' Acad. des Sc. 1708. pag. 22.).

Finalmente s' attribuiscono pure allo strepito del tuono alcuni effetti maravigliosi, e molti de' quali pajon' avere della realità; ma n' è forse la cagione il tremito, o l' agitazion particolare dell' aria cagionata da questa Meteora? ovver dobbiam noi incolparne l' esalazioni, che ordinariamente regnano ne' tempi procellosi? La cosa non è facile da decidere.

De' Venti.

Il Vento non è altro che un' aria agitata, una porzione dell' atmosfera, che si muove, come una corrente, con una certa velocità, e con una direzione determinata.

Questa meteora, se s' ha riguardo alla sua direzione, piglia diversi nomi, secondo i diversi punti dell' Orizonte, da' quali ella viene. Si chiama vento di Tramontana, di Mezzodì, di Levante, o di Ponente, quello che soffia dall' uno di questi quattro punti cardinali. Vento di Greco, di Gar-

bino, ec. quello che tiene il mezzo tra Levante e Tramontana, tra Mezzodì e Ponente, ec. vento di Greco Tramentana, d' Ostro-Garbino, ec. quello che tiene una volta più della Tramontana che del Levante, una volta più del mezzodì, che del Ponente, ec. Comunemente questa divisione de' venti giugne fino a 32. Vedi la *Fig.* 24. e si potrebbe ancora estendere, se tutte le loro variazioni osservar si potessero.

Tre sorte di venti principalmente possiam distinguere: gli uni, che chiamansi *generali* o *costanti*, perchè soffiano sempre in una certa parte dell'atmosfera; come quelli che continuamente regnano tra i due Tropici, ec. gli altri che chiamiamo *periodici*, i quali cominciano e finiscono sempre in certi tempi dell' anno, o da certe ore del giorno, come gli antichi *Etesii*, e gli altri detti in oggi *Monsons* da' Naviganti, che per esempio soffiano da Sirocco, cominciando da Ottobre fino a Maggio, e da Maestro da Maggio fino in Ottobre tra la Costa di Zanguebar, e l' Isola di Madagascar: come pure il *vento da terra*, ed il *vento da mare*, che sempre insorgono, questo la mattina, e l'altro la sera. La terza spezie finalmente è de' venti *variabili*, tanto per la loro direzione, quanto per le loro velocità, e durata.

L' Istoria de' Venti è più che mediocremente nota; mercè le Osservazioni di parecchi Fisici, che hanno viaggiato, e che si sono applicati nel lor paese per buon numero d'anni alla cognizione di questa meteora. Il Sig. Muschenbroek n' ha fatta una Dissertazione molto curiosa (Saggi di Fisica, Tomo 2. Viaggi di Dampier, Tomo 2.), do-

dove ha inserito non solo le sue osservazioni, ma quanto ha potuto raccogliere dagli scritti d'altri; come dall' Halleio, da Derrham ec. La sua Opera si trova per tutto, e ad essa io rimetto il Lettore. Ma molto si vuole ancora perchè siamo informati delle cagioni; intendo le più rimote, quelle che causano i primi movimenti nell' atmosfera; imperocchè in genere si sa; che i venti immediatamente nascono da un difetto dell' equilibrio nell' aria, perchè quando certe porzioni dell' atmosfera diventano più caricate, più dense, più elevate, o più premute, che le altre, essendo allora più pesanti, devono colà trasportarsi e scorrere, per ove ha meno di resistenza, e spignere dinanzi a sè le altre parti, che sono più deboli, a un dipresso come l' acqua d' un canale; sollevata in un luogo da una pietra dentro gittatavi, si move in onde, da un capo all' altro; ma chi poi è quegli che ha gittata la pietra, quando vediamo agitarsi l' atmosfera? Questo nol sappiamo, se non molto imperfettamente (Vedi l' opere di Mariotte pag. 340.)

I Fisici, che su tale materia han ragionato, convengon tutti; che i venti possono da più differenti cagioni provenire; il freddo, e il caldo, che regnano talora in una parte dell' atmosfera, mutano ivi la densità dell' aria, e per conseguenza il suo volume nel più o nel meno: ed allora le parti vicine sono più lungi sospinte, ovver si ravvicinano d'avvantaggio. Se la cagione che rarefà l' aria, è regolata e continua, si capisce bene, che questa regolarità influisce sul vento ch' ella produce; quindi è, che con verisimiglianza

X 3 s' at-

s' attribuiscono i venti da Levante al Ponente nella Zona Torrida, al moto giornaliero della terra; imperocchè quella porzione dell' atmosfera, ch' è racchiusa tra i due Tropici, presentando successivamente tutte le sue parti al Sole, soffre per il calor di quell' Astro, rarefazioni, le quali di continuo e con regolarità mutano l'equilibrio dell' aria, e però che il movimento apparente del Sole s' estende in sei mesi dall' un all' altro tropico, cotesti venti generali patiscono alcune variazioni periodiche e relative ai diversi aspetti del Sole, come, s' osserva in fatti. Dalle esalazioni che s' adunano, e che fermentano insieme nella mezzana regione dell' aria, possono parimenti nascere nell' atmosfera de' movimenti; così è paruto al Signor Homberg, e ad alcuni altri Fisici: e se i venti possono da questa cagione provenire, com' è probabile, non dee maravigliarsi, che soffino a maniera di scosse e di sbuffari, poichè le fermentazioni alle quali s' attribuiscono, non possono esser appunto se non esplosioni subite ed intermittenti.

Queste fermentazioni accadono frequentemente nelle grotte sotterranee, per la mescolanza delle materie grosse, oliose, sulfuree, e saline, che ivi trovansi; e però molti Autori hanno attribuiti venti accidentali a queste sorte di eruzioni vaporose. Connor (*Dissertat. Medico Phys. art. 3.*) riferisce, ch' essendo egli andato a visitare le miniere di sale di Cracovia, aveva dai lavoratori, e dal padrone medesimo udito, che da' ripostigli, e da' recessi interni della miniera, si solleva talor una tempesta sì grande, che rovescia e atterra co-

lo-

loro che lavorano, e porta via le lor capanne, Gilbet, Gassendi, Scheuchzero, ec. fan menzione d'una gran quantità di caverne di questa spezie, donde alle volte escon de' venti impetuosi, che, nascendo sotto terra, si dilatano, e continuano per qualche tempo nell'atmosfera.

Adducesi parimenti l'abbassamento delle nuvole, la loro accumulazione, con le grosse pioggie, come varia e moltiplice cagione, che fa nascere, o che rinforza il vento; e in fatti una nuvola è bene spesso vicina a sciogliersi, in un tempo tranquillo, quando all'improviso sorge un vento impetuosissimo; la nuvola preme l'aria tra sè e la terra, e la sospigne con pronto e rapido moto.

Finalmente, se lice avventurar congetture, dopo d'aver mentovate più opinioni probabili, potrebbesi forse attribuire ancora l'origine del vento alla grande quantità d'aria, che si sviluppa ed esce dai misti, in certi luoghi, e in certe stagioni; imperocchè abbiam fatto vedere sul fine della precedente Lezione, che quest'aria quand' è sviluppata, occupa molto più di luogo nell'atmosfera, che non ne occupava nelle materie, delle quali era in prima una parte costitutiva. Ora in Autunno, per esempio, se fa un tempo umido e caldo, onde avviene per lo più una pronta e abbondante putrefazione delle piante, e delle foglie cadute dagli alberi, e l'atmosfera dee naturalmente gonfiarsi, e impregnarsi in vicinanza de' luoghi, dove i detti effetti succedono; ella è sforzata poscia di rifluire o scorrere su le parti vicine; queste addosso ad altre, e forse tanto sen-

sibilmente, che ne nasca quello che vento chiamiamo.

Quest' idea si potrebbe avvalorare, con pigliar la cosa dal lato contrario così: se fosse vero, che il disfacimento de' misti, potesse con sufficiente prontezza dare una quantità d'aria capace di interrompere l' equilibrio dell' atmosfera, si potrebbe pur pensare, che nella primavera e ne' luoghi, dove la natura più s' adopera e s' affatica in tutte le sue produzioni, deve assorbirsi molt' aria, e posson darsi tali circostanze, che l' equilibrio dell' atmosfera ne verrebbe alterato. Ma non ci abbandoniamo di soverchio a tali congetture e fantasie, che non sono ancor' appoggiate a prove ben ferme.

Molti Fisici hanno studiato di misurare la velocità de' venti con dar loro in balìa a traportare alcune piumette, ed altri corpi leggieri; ed esaminando quanta strada questi corpi facessero in un tempo determinato, dal vento sospinti. Ma avvegnacchè tali sperienze pajano semplicissime, e d' una somma facilità; quei che le hanno fatte, son così poco d' accordo fra loro, circa gli effetti, che niente di certo se ne può conchiudere: il Signor Mariotte ha dedotta la velocità del vento il più impetuoso, e vuole ch' egli percorra 32 piedi per secondo: Il Signor Derrham la trovò di *66.* piedi Inglesi per ogni secondo, cioè circa il doppio più grande: donde può nascere tal differenza? Questi due dotti Fisici mancavano di regola certa, per giudicare accuratamente e precisamente, qual sia il vento più impetuoso: e forse M. Mariotte ha preso per il più gagliardo vento

di tutti, quello che poteva essere più grande ancor una volta.

Le girandole o banderuole ordinarie, come ognun sa, insegnano la direzione del vento: ma la insegnano solamente a quelli, che possono giungere con l'occhio alla cima degli edifizj, dov' elle son poste, e che conoscono i punti principali dell'orizonte del luogo. Affin di rendere più comodo l'uso di tale strumento, in vece di far girare la latta od il ferro girevole sul suo gambo, ella vi si dee attaccare in modo, (e molti già l' usano) che la girandola faccia girar con se stessa lo stilo o piede medesimo, dov'è inserita; e dall'altro capo del gambo o stilo, che corrisponde, se si vuole, a qualche distanza, congegnarli un rocchello, che guida una ruota dentata, e a questa ruota uno stilo, il quale segna i venti sopra un cerchio. (*Vedi le Ricreazioni Matematiche d'Ozanam*, *Tom.* 2.)

La forza del vento, come quella degli altri corpi, dipende dalla sua velocità, e dalla sua massa, cioè dalla quantità d'aria che si muove: laonde il medesimo vento fa tanto maggiore sforzo, quanto l'ostacolo, che incontra, presentagli direttamente maggiore superfizie; per tal ragione si spiegano più o meno le vele d'un vascello; si dan più o meno d'ale ad un molino da vento; e gli alberi men d'Inverno, che di State, soggetti sono a venir rotti dalla violenza de' venti, perchè nella prima delle dette stagioni, non essendo vestiti di foglie, danno ai venti minor presa.

Si può conoscere la forza relativa de' venti col

mezzo d' un picciol molino, il cui stipite è guernito d' una lumaca conica, sopra la quale s' avvoltichia una corda, da cui pende un qualche peso: imperocchè esponendo questa macchina all' aria libera, il mulinello subito gira, e poi si ferma, quando il peso giugne a fare equilibrio col mulinello; ora essendo noti i raggi di questa lumaca, o almen facili a conoscere, si può con tutta facilità comparare le forze, che hanno fatto equilibrio ai venti, in varj tempi.

Tra tutte le macchine, a misurare i venti, e che però son chiamate *Anemometri*, la più ingegnosa, ch' io abbia veduta, è quella del Signor Conte d' Ons-enbray, descritta minutamente nelle Mem. dell' Accad. delle Sc. per l' ann. 1734. Non solo ella addita la velocità e la direzione del vento, ma ne tiene conto, supplendo all' osservatore lontano; e dopo 24. ore si vede, quai venti abbiano regnato; e quali velocità e durazioni ciascuno ha avute nel detto spazio di tempo.

La natura, che non fa niente d' inutile, sa trar vantaggio da' venti: eglino in fatti trasportano le nuvole, per irrigare e fecondare le varie parti della terra; eglino le dissipano, perchè succeda la calma alla tempesta; per mezzo di questi movimenti, e di queste agitazioni l' aria si rinova e si purga, ed il caldo e il freddo si trasmettono da un paese all' altro. Accade pure talvolta, che in ricambio di tai vantaggi qualche perdita si risente; imperocchè, se il vento viene da un luogo mal sano, egli ne apporta le cattive qualità, e serve di veicolo all' infezione, ma questi sono casi particolari e rarissimi; e il lo-

loro numero decade a dismisura dagli infiniti vantaggi, che dal vento caviamo.

Ci maravigliamo, sovente, nel veder nascere certe piante su la cima d'una torre, sul tronco d'un albero ec. dove non si può credere che alcuno siesi presa la briga di seminarle: quest'è opera del vento, che solleva in polvere la terra, e quindi le semente assieme, che l'acqua del cielo fa poi germinare. Per la stessa ragione la gramigna, e tutte l'erbe de' campi si moltiplicano e crescono in quantità ne'luoghi, dove bene spesso vorrebbesi, che non allignassero.

L'arte imitando la natura ha trovato nei venti, de' motori validi, che ci proccacian comodi immensi, e che estendono e dilatano il nostro commercio: quanto non sarebbe ristretta e limitata la navigazione, se i vascelli non andassero che a forza di remi, come le galere? I viaggi di lungo tratto sarebbono impraticabili per la loro lentezza, e per lo dispendio degli equipaggi: dovechè coll'ajuto de' venti, e delle vele che ne ricevono l'impulsione, un piccol numero di marinari ben esercitati nel governo delle vele conduce con tutta diligenza e sicurezza, un picciolo esercito di soldati, od un magazzino enorme di mercanzie, da un lido all'altro dell'Oceano.

Quali ajuti non ricaviam noi da' molini a vento, per macinare il grano, per estrarre l'olio delle semenze, per folare i panni, segare i legni, stemprare i colori, od altre materie, ec. quanti Uomini, o quanti cavalli, non converrebb'egli impiegare, per far tutta la farina, che il vento prepara co' mulini di Montmartre, o al-

trove vicino a Parigi? Tutti questi lavori si compiono con poca spesa, col mezzo di quattro ale, che fan l' ufizio di lieve, che presentano il loro piano, in una maniera obliqua, alla direzione del vento: la potenza che opera di continuo sopra questi quattro piani inclinati, li costrigne a rinculare d' ogni ora: lo che far non possono, se non girando, e facendo girare l' asse od il tronco a cui sono attaccati.

Con una molto simigliante meccanica trovano i fanciulli il secreto di far volare que' telai coperti di carta, chiamati da loro *Comete*: imperciocchè la cordicella, con cui le rattengono, è sempre attaccata in maniera, che cotesto piano presentasi obliquamente alla direzion del vento, ed allora l' impulsione dell' aria tende sempre a farlo ascendere, descrivendo l'arco d'un cerchio, che ha per raggio la cordicella tenuta in mano da colui che governa la *cometa*. Ma però che è mestieri, che l'asse A B sia sempre inclinato al vento C D per una certa quantità, al di sotto di cui, e al di sopra non averebbe più l'impulsione l'effetto che si vuole, si ha l' avvertenza di far isvolgere, o scorrere a poco a poco la corda; e per tal mezzo trovandosi la *cometa* puerile all' estremità d'un arco simile, ma d'un circolo più grande, il suo asse *ab* è sempre egualmente inclinato al vento *cd*; e il grado d'elevazione è maggiore. Vedi la *Figura* 25.

L' ajuto del vento è così opportuno, ed i suoi vantaggi sono sì noti a chiunque, che quando egli non soffia, o quando noi non siamo a tiro di servirsene, ci pigliam la briga di procacciarne

ne artificialmente; si agita l'aria con un ventaglio, o in altra guisa, per darsi del fresco; il fabbro si vale d'un mantice, per eccitare il fuoco; e il pistore netta il grano, con farlo passare davanti a una spezie di ruota guernita di quattro ale, ch' ei fa girare, per movervi l'aria sopra, e portar via la polvere: questo cribro, che viene originariamente di Germania, è stato perfezionato, e conosciuto a Parigi e nelle sue vicinanze, per l'opera è diligenza del Sig. d'Hecbourg, Uficiale emerito d'Artiglieria; io so per mia prova, e per lo grande spaccio, che gli ho veduto fare di questa macchina, quant' ella sia utile a coloro, che hanno del grano in copia da mondare e da conservare.

Fine del terzo Volume.

TA-

TAVOLA DELLE MATERIE

Contenute in questo terzo Volume.

IX. LEZIONE.

Sopra la Meccanica.

AP-

TER-

TERZA SEZIONE.

PRI-

PRIMA SEZIONE.

IX.

II.

Fine della Tavola del Tomo III.

Fig. 6.
A
B
C
b
a
Fig. 8.
r
c
b
a
p
R
P
Fig. 1.
C
d
A
B
b
D
P
p
Fig. 9.
3
2
1
R
Fig. 2.
c
F
g
E
G
I
O

13.
b
r
R
Fig. 14.
p
Q
P
c d e f
i
h
g
k
n
m
Fig. 17.
c
t
b
a
R
P
d
f
Fig. 15.
Fig. 19
A
B
K
Fig. H
C

g. 21.
H
G
M
L
Fig. 22.
m
o
l
K
I
h
i
N
n
Q
N
Fig. 24.
I
K
R
S
O
M
4
4
d
d
g
e
e
f
Fig. 26.
2
K
Fig. 23.
A
F
B
C
D
E
r
R
I
F
b
A
B
E
a
d
C
D
Fig. 28.

ig. 31.

Fig. 30.

Fig. 35.

Fig. 34.

ig. 22.

Fig. 38.

Fig. 44.
A
B
4
2
M
F
1
3
N
O
Fig. 39.
A
B
H
Fig. 41.
D
G

Fig. 46.
R
P
S.
N
O
M
Fig. 48.
A
B
P
p
Fig. 50.
P
k
h
g
p
G
T
Fig. 51.

2.
Fig. 3.
D
A
B
C
c
Fig. 6.
Fig. 5.
F l n H
i m
d c
D C
E
h
B
f
a
A
E E
D C D
F
e
e
A
Fig. 1.
d
d
E
D

Fig. 9.
a
b
m
n
l
i
c
p
r
Fig. 10.
b
c
E
Fig. 13.
B
P

Hum
Sec
Fig. 9.
Fig. 8.
Fig. 1.
C
D
A
B
E
G
Fig. 2.
A
B
E
F
G
C
D
Fig. 4.
C
D
E
F

LEZIONE Tav. 1.

Fig. 5.
K
Fig. 9.
L
L
A
Fig. 6.
M
I

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 12.

X. LEZIONE Tav. 4.

Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 25.
D
G
G
C
E
F
E
A
G
F
B
D

32.
H
I
K
Fig. 34.
A
B
Fig. 35.
K
B
A
G
H
A
Fig. 36.
F

g. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
f
g
Fig 3
C
E
D
Fig. 1.
Fig. 9.

Fig. 12.
d
i
e
b
x
c
s
r
Fig. 13.
i
h
b
d
c
a
f
e
k
Fig. 14.
P
G
F
D
A
B
C

Fig. 19.
I
K
H
G
D
L
O
F
Fig. 17.
18.
G
H

Fig. 20.

Fig. 25.